Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire naturelle

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Une élection.

Nous avons appris avec un vif plaisir que notre très sympathique et distingué collègue, M. l'abbé Moreux, directeur de l'Observatoire de Bourges, vient d'être élu à l'unanimité des suffrages, membre de l'Académie des Sciences pontificale. A vrai dire, cette élection ne surprendra aucun de ceux qui se tiennent au courant des progrès de la science depuis trente ans.

Alors, en effet, que l'abbé Moreux est connu du grand public par ses nombreux ouvrages de vulgarisation traduits dans toutes les langues, les savants du monde entier l'estiment surtout pour ses travaux d'Astronomie, de Physique du globe et de Météorologie.

Après son *Problème solaire*, où il s'est montré le digne émule du P. Secchi, l'abbé Moreux, dans son *Introduction à la Météorologie de l'avenir*, a tracé tout un programme à ceux qui veulent faire servir l'étude du Soleil à la prévision des vicissitudes de notre climat et des phénomènes variés de la Physique du globe.

Ses observations systématiques et ses études sur Mercure, Vénus et Mars ont singulièrement contribué à la connaissance de ces planètes, mais c'est peut-être dans le domaine de la Cosmogonie que le directeur de l'Observatoire de Bourges a su développer toutes les ressources d'un esprit inventif et rompu aux difficultés de la Mécanique céleste. Après avoir présenté une hypothèse rationnelle de l'origine du système solaire et des *novæ*, il nous a fourni, pour la première fois, une théorie complète de la formation et des mouvements si variés des satellites, des vues tout à fait nouvelles sur l'origine des astéroïdes, des comètes, des étoiles filantes, des bolides et, récemment enfin, une explication de la lueur antisolaire.

Depuis de longues années le *Bulletin de la Société astronomique de France* et les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* n'ont cessé d'insérer de nombreuses notes relatives aux travaux de l'abbé Moreux, ainsi qu'aux résultats des missions officielles dont il a été chargé à différentes reprises.

N. D. L. R.

§ 1. — Sciences physiques.

La limite des spectres optiques dans l'ultraviolet extrême.

Nous avons eu déjà plusieurs fois l'occasion de faire connaître aux lecteurs de la *Revue* les progrès récents accomplis dans l'exploration de l'ultraviolet extrême. Nous leur avons signalé en particulier (*Revue* du 15 décembre 1929) le beau travail de MM. Edlen et Ericson qui ont prolongé les spectres optiques jusqu'à la limite 75 angströms. Depuis la mort prématurée d'Ericson, M. Edlen [1] a poursuivi ses recherches avec des appareils similaires et il a réalisé de nouveaux et intéressants progrès. La limite actuellement atteinte est la raie du carbone 4 fois ionisé CV de longueur d'onde 40,28 angströms, qui appartient, comme on sait, à la série K de cet élément. La méthode employée est toujours celle du

1. EDLEN : *Nature*, tome CXXVII, p. 405, 1931.

réseau concave utilisé sous forte incidence, et la raie en question a pu être obtenue dans trois ordres successifs. Le réseau est métallique et ne paraît pas inférieur, dans ce domaine, aux réseaux gravés sur verre.

M. Edlen a réussi en même temps à compléter très notablement plusieurs autres spectres, en premier lieu ceux des atomes hydrogénoïdes. On sait que les séries fondamentales de ces spectres ont des nombres d'ondes donnés par la formule de Balmer généralisée.

$$\nu = RZ^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

dans laquelle R est la constante de Rydberg et Z le nombre atomique de l'élément. Pour le glucinium trois fois ionisé Gl IV, on a $Z = 4$. La première raie de la série ($n = 2$) a la longueur d'onde 75,925 et avait déjà été obtenue dans un précédent travail. A cette raie vient maintenant s'ajouter la raie 64,063, qui correspond à $n = 3$, et qui, comme la précédente, a exactement la longueur d'onde théorique. Enfin l'auteur a obtenu la première raie de la série analogue de bore quatre fois ionisé BV ($Z = 5$) dont la longueur d'onde est 48,585 et concorde ainsi avec la valeur théorique.

D'autre part ont été découvertes plusieurs raies importantes des éléments Gl III, B IV, CV, homologues de l'hélium neutre HeI, savoir les premières raies des séries principales de simplets. Ce sont les raies 100,25 — 88,30 — 84,75 — 83,19 — 82,37 pour le glucinium, 60,31 — 52,68 pour le bore, enfin 40,28 pour le carbone. On en déduit les potentiels d'ionisation de ces éléments en très bon accord avec la théorie fondée sur la mécanique ondulatoire.

E. B.

§ 2. — Art de l'Ingénieur.

L'évolution actuelle dans la construction des chaudières industrielles.

La technique de la construction des chaudières a subi depuis une dizaine d'années de très importantes modifications dues, d'une part, à l'emploi de nouveaux combustibles, tels que les huiles lourdes et le charbon pulvérisé, et d'autre part, au fait que l'on tend à produire et à utiliser la vapeur à des pressions et à des températures toujours plus élevées.

Nous avons étudié dans une chronique précédente l'évolution actuelle de la chauffe au charbon pulvérisé, qui a pris ces dernières années un si rapide développement, non seulement dans les grandes centrales thermiques, mais aussi pour les installations de production de vapeur de moyenne et de faible importance.

Nous aurons, d'autre part, l'occasion de revenir sur la chauffe aux combustibles liquides, de plus en plus employés dans de nombreuses applications telles que chaudières marines, chaudières d'installation de chauffage central, fours, etc... mais qui, en raison du prix relativement élevé des combustibles liquides par rapport aux combustibles solides n'a pas encore pu se généraliser dans les chaufferies industrielles.

Nous nous proposons d'examiner seulement ici, quelle a été l'influence sur la technique des chaudières des pressions et des températures toujours plus élevées auxquelles on a recours aujourd'hui dans le but de se rapprocher dans toute la mesure du possible du cycle théorique de Carnot et d'améliorer ainsi le rendement thermique des installations.

Il y a une dizaine d'années encore, la pression de vapeur utilisée dans les installations industrielles ne dépassait guère 18 à 20 kgs. par centimètre carré. Le timbre de 25 kg. adopté après la guerre pour les chaudières de la supercentrale de Gennevilliers, fut à l'époque considéré comme tout à fait exceptionnel et les techniciens estimaient que c'était là une tentative d'une grande hardiesse.

Depuis lors, non seulement les pressions de cet ordre de grandeur sont devenues d'un emploi tout à fait courant, mais encore on a eu recours à des pressions beaucoup plus élevées atteignant dans certains cas des valeurs voisines de 100 kgs par centimètre carré.

C'est ainsi que, à l'heure actuelle, aux Etats-Unis, les centrales utilisant des pressions de 40 à 50 kgs sont très nombreuses et l'on installe maintenant dans ce pays des centrales devant fonctionner à des pressions de 80 à 100 kgs par centimètre carré.

L'Europe reste à ce point de vue assez en retard sur les Etats-Unis, malgré quelques réalisations fort intéressantes parmi lesquelles il faut citer en Angleterre la Centrale de North-Tees (timbre : 33 kgs), en Allemagne, les centrales de Kligenberg (timbre 38 kgs et de Mannhein (timbre 100 kgs), en Belgique, la centrale de Langerbrügge (timbre 55 kgs).

En France, la tendance vers des pressions toujours plus élevées ne cesse également de s'affirmer : on a adopté pour la nouvelle centrale de Vitry-Sud la pression de 38 kgs et pour les extensions de la centrale d'Issy-les-Moulineaux, qui alimente Paris en énergie électrique, la pression de 44 kgs; d'autre part, la nouvelle centrale de Saint-Denis de l'Electricité de Paris, doit être équipée pour fonctionner avec une pression de 70 kgs.

On doit également signaler quelques essais d'utilisation de pressions dépassant 100 kgs par centimètre carré, comme par exemple avec les chaudières type Benson dans lesquelles la vaporisation se fait au point critique dans des serpentins de très faible volume.

Parallèlement à l'augmentation de pression on a pu constater en ce qui concerne la production et l'utilisation de la vapeur, un accroissement continu des températures employées. Comme on peut admettre qu'une augmentation de 100° de la température entraîne une économie d'environ 8 % le recours à des températures très élevées est fort intéressant pour l'amélioration du rendement.

Après la guerre on admettait, comme limite supérieure, la température de 350° ou exceptionnelle-

ment celle de 400° mais à l'heure actuelle on tend à employer des températures notablement plus élevées; de nombreuses installations fonctionnent aujourd'hui avec de la vapeur surchauffée aux environs de 475°.

L'emploi de telles températures qui accompagne d'ailleurs souvent l'utilisation de très fortes pressions, a posé aux constructeurs de chaudières des problèmes très complexes, mais que l'on peut considérer aujourd'hui comme heureusement résolus. La meilleure preuve en est que malgré les craintes exprimées par certains techniciens au début de l'évolution actuelle vers les hautes pressions et les hautes températures les chaudières établies pour les caractéristiques les plus élevées fonctionnent dans d'excellentes conditions de sécurité et ne donnent lieu à aucun des accidents que l'on pouvait redouter.

Ces résultats ont été obtenus par l'étude approfondie des caractéristiques des métaux à très haute température, par la détermination très précise des limites d'emploi de l'acier doux ordinaire, par de nombreuses recherches relatives à l'utilisation d'autres métaux. Des études fort intéressantes et très fructueuses ont notamment été entreprises à l'occasion des extensions de la centrale électrique d'Issy-les-Moulineaux sous la direction et le contrôle du Bureau Véritas.

Indépendamment des recherches relatives à la constitution des éléments tubulaires et des divers organes des chaudières, des tuyauteries, etc... il a également fallu adapter aux nouvelles conditions les divers éléments de robinetterie industrielle utilisés dans les chaufferies.

En ce qui concerne les générateurs utilisés dans les installations importantes, l'évolution est surtout caractérisée par le développement des chaudières à grande surface de chauffe et grande rapidité de vaporisation, grâce auxquelles on peut obtenir une remarquable souplesse d'exploitation; l'emploi des chaudières à tubes d'eau est devenu de plus en plus général et les deux types les plus répandus en sont d'une part les chaudières verticales ou à tubes fortement inclinés et les chaudières horizontales ou à tubes peu inclinés; dans les premières les tubes sont, en général fixés directement sur les ballons, tandis que pour les secondes ils sont fixés à des collecteurs reliés aux ballons.

L'emploi de pressions toujours plus élevées à conduit à augmenter l'épaisseur des tôles des réservoirs; la résistance des faisceaux et la solidité des assemblages.

Beaucoup de constructeurs se sont contentés de modifier les anciens types de générateurs, de manière à les adapter aux nouvelles conditions; d'autres, au contraire, ont créé des types entièrement nouveaux, spécialement étudiés pour les pressions élevées : chaudières à vaporisation s'effectuant au voisinage du point critique, chaudières avec circuits auxiliaires de vapeur surchauffée à circulation artificielle, types divers de chaudières à dérivation, chaudières dans lesquelles les tubes, peu nombreux et de grand diamètre sont animés d'un mouvement de rotation destiné à faciliter le dégagement de la vapeur, chaudières inexplosibles à circuit primaire fermé, etc...

Malgré l'intérêt de ces nouveaux types, la plupart des grandes centrales ont plutôt fait appel pour leur équipement normal, à des chaudières de types déjà connus, bien adaptés aux nouvelles caractéristiques, ainsi qu'à des chaudières avec ailettes sur les tubes bouilleurs et les surchauffeurs.

La puissance unitaire des chaudières varie avec l'importance des installations et la destination de la vapeur produite. La puissance unitaire des grandes chaudières de centrales n'a jamais cessé de s'accroître : les chaudières de 50 à 60 tonnes sont aujourd'hui fréquemment employées et l'on a établi des unités dont la puissance atteint des chiffres de l'ordre de 150 à 250 tonnes à l'heure.

Le taux de vaporisation par mètre carré et par heure s'élève couramment à 40 ou 50 kg et peut être fortement augmenté au moyen de divers dispositifs et notamment par l'emploi de tubes à ailettes.

Enfin au point de vue des dimensions des chaudières, on doit noter que la plupart des constructeurs se sont surtout attachés à réduire l'encombrement horizontal.

Les perfectionnements réalisés dans ce domaine sont surtout relatifs à l'automatisme du fonctionnement, qu'il s'agisse de combustibles en morceaux ou de combustibles pulvérisés.

Malgré le développement du charbon pulvérisé, les foyers mécaniques, tels que les foyers à grilles, à chaîne sans fin et chargement continu, et les foyers inclinés ou à gradins à chargement par poussoirs, n'ont pas cessé de réaliser d'importants progrès au point de vue de la construction, et leur utilisation n'a cessé de s'étendre.

Dans le domaine des grilles à chaîne, il faut signaler l'augmentation des dimensions des grilles, la création de compartimentages destinés à tirer le meilleur parti possible du soufflage par l'air, le développement de l'emploi d'air réchauffé, etc..., ces divers perfectionnements permettent d'obtenir des allures de combustion de 250 à 300 kilos par mètre carré de grille et par heure.

Du côté des foyers à gradins et poussoirs, dans lesquels le charbon descend sur des plans inclinés jusqu'à combustion complète, il faut mentionner l'augmentation de la longueur des éléments, le perfectionnement des dispositifs d'agitation, l'utilisation d'air réchauffé et, surtout dans le domaine des grands foyers, l'emploi de rouleaux dentés tournant à faible vitesse et assurant successivement le broyage et l'évacuation automatique des mâchefers. On arrive avec des foyers de ce type, aujourd'hui très utilisés, à réaliser des allures de combustion du même ordre qu'avec des foyers à grilles.

Nous ne reviendrons pas sur les foyers à charbon pulvérisé, sur lesquels nous avons donné quelques indications dans une chronique précédente, nous

contentant de rappeler qu'ils ont entraîné des modifications considérables dans la conception des chaudières, par suite de l'emploi des écrans d'eau dont sont garnies les chambres de combustion. Ces écrans sont constitués par des tubes d'eau qui, tout en refroidissant les parois et protégeant les réfractaires, participent à la production de la vapeur.

L'emploi de températures très élevées a naturellement conduit à développer l'utilisation des surchauffeurs; la réalisation de ces appareils offre d'ailleurs de sérieuses difficultés, non pas tant à cause de l'accroissement des températures qu'à cause du faible coefficient de transmission de la chaleur de la vapeur à échauffer.

La tendance actuelle consiste à placer les surchauffeurs au contact des gaz les plus chauds, quitte à accroître la vitesse de la vapeur; cette préoccupation s'explique surtout par le souci de diminuer l'encombrement de ces appareils.

Quelques constructeurs divisent leurs surchauffeurs en deux parties; l'une dont les tubes placés dans le parcours des gaz sont chauffés par convection, l'autre dont les tubes placés en série avec les premiers sont soumis au rayonnement direct du foyer. Dans d'autres cas on utilise pour les surchauffeurs, des tubes à ailettes que l'on peut aujourd'hui établir dans d'excellentes conditions, grâce à l'emploi de la soudure électrique, et qui permettent d'obtenir une grande régularité de surchauffe. Il faut également noter l'apparition de surchauffeurs à récupération et à foyers indépendants.

La récupération des chaleurs perdues notamment dans les gaz et les fumées, est toujours à l'ordre du jour ; elle s'effectue surtout au moyen d'économiseurs ou réchauffeurs d'eau et de réchauffeurs d'air.

Pour les premiers les constructeurs recherchent surtout la diminution de l'encombrement, soit par l'emploi de petits tubes d'acier, soit par le recours à des tubes à ailettes en fonte, soit enfin par la combinaison des deux méthodes; d''autre part, on envisage la possibilité de faire de l'économiseur un organe faisant partie intégrante de la chaudière.

L'emploi des réchauffeurs d'air se développe non seulement dans les grandes centrales, mais aussi dans les petites installations industrielles. Ces appareils permettent d'améliorer très notablement la combustion, et d'autre part, ils peuvent servir à la production d'air chaud, fort utile pour de nombreux usages industriels.

On sait que les réchauffeurs d'air se divisent en deux catégories principales; les réchauffeurs à tôles parallèles délimitant des lames alternées de gaz et d'air, et les réchauffeurs à tubes. On utilise aussi des réchauffeurs rotatifs dans lesquels l'échange des calories du gaz chaud à l'air froid s'effectue par l'intermédiaire de masses métalliques placées dans un tambour animé d'un lent mouvement de rotation.

Dans les grandes centrales on tend à abandonner les économiseurs, et à développer les réchauffeurs d'air. Pour le réchauffage de l'eau d'alimentation on utilise, plutôt que les gaz chauds, de la vapeur prélevée dans les turbines lorsqu'elle a déjà fourni la plus grande partie de son travail mécanique; on a aujourd'hui recours à des soutirages de vapeur dans toutes les centrales nouvelles d'une certaine importance; dans certaines installations on utilise trois, quatre, et même cinq soutirages successifs, l'eau pouvant être être réchauffée jusqu'à 150° ou 180° et même davantage.

On voit par ce qui précède, que la technique des chaudières est encore, à l'heure actuelle, en pleine évolution et qu'elle a réalisé des progrès considérables au cours de ces dernières années. Une amélioration très notable du rendement a pu être réalisée par l'utilisation de caractéristiques sans cesse améliorées, et surtout par les efforts des constructeurs pour permettre la réalisation de tous les perfectionnements résultant des études théoriques les plus récentes effectuées dans le domaine de la thermodynamique. Grâce à eux on est parvenu, en quelques années, à utiliser couramment des pressions, des températures et des puissances de vaporisation qui, il y a seulement une vingtaine d'années, auraient semblé à peu près irréalisables dans des installations industrielles.

L. P.

§ 3. — Sciences diverses.

La production des bois des colonies françaises.

Le maximum de la production de nos forêts coloniales a été atteint en 1928 avec un tonnage total de 555.000 tonnes. La production en 1929 a été moins élevée mais elle se chiffre cependant par 477.000 tonnes :

Côte d'Ivoire	89.817	tonnes.
Afrique Equat. franç.	308.104	—
Cameroun	57.173	—
Indochine	12.800	—
Guyane	5.477	—
Madagascar	3.588	—

Ces exportations se répartissent en :

Bois d'ébénisterie	128.000	tonnes.
Bois de déroulage	306.000	—
Bois d'œuvre	43.000	—

M. l'Inspecteur des Forêts Sargos fait remarquer que la production totale des bois de déroulage et d'ébénisterie dépasse effectivement la consommation, malgré une exportation hors de France de plus de la moitié de cette catégorie de bois, d'où une crise de surproduction. Il semblerait logique de réduire la production de l'acajou et de l'okoumé d'autant plus que ces essences se raréfient et que l'exploitation actuelle dépasse les possibilités de la forêt africaine.

Ainsi que le propose M. Sargos il serait désirable que la production comprît moins de bois d'ébénisterie et de déroulage (15 et 50 pour cent au lieu de 25 et 65 pour cent) et davantage de bois de menuiserie, moulure, parquet, charpente spéciale (35 pour cent au lieu de 10 pour cent.)

Il y aurait intérêt également à instituer un « crédit forestier colonial » permettant aux producteurs ou aux négociants français de constituer un stock d'un million de mètres cubes de bois coloniaux secs et débités (dans lequel l'Etat pourrait puiser par privilège pour ses propres besoins). Ce stock constituerait le volant nécessaire aux opérations commerciales à longue échéance qui fait défaut actuellement.

M. R.

***

L'avenir de l'industrie de l'or en Afrique.

L'industrie sud-africaine de l'or a franchi l'année 1930 sans avoir eu l'air d'être affectée ni inquiétée par la dépression qui gagnait les autres industries mondiales. L'activité des mines du Witwatersrand a établi de nouveaux records, bien que deux d'entre elles aient fermé définitivement et qu'aucun producteur n'ait pris leur place. Il serait risqué d'affirmer que les bénéfices aient progressé de pair avec l'extraction et le raffinage, mais ceux de quelques mois comme juillet ont été peu communs.

La stabilité du prix de l'or ne fait pas l'ombre d'un doute et cette formule est invoquée, sans plus, par divers exploitants pour faire comprendre que leur industrie soit heureuse. Reste à savoir ce qui fait la stabilité du prix de l'or. Mais sur ce point non plus les milieux intéressés ne lésinent pas à répondre : ce qui d'après eux cause la fermeté actuelle du prix de l'or et l'effondrement des prix de gros de toutes sortes de marchandises, ce qui fait le bonheur de l'industrie du Rand et la désolation des producteurs d'étain, de caoutchouc, de café ou de céréales, c'est la perspective d'une pénurie d'or dans le monde.

Il est assez plaisant que depuis des années (au moins depuis 1925) on parle d'une pénurie d'or prochaine, les experts qui ont parlé les derniers entrevoient, au moins en ce qui touche le Transvaal (qui fournit plus de la moitié de l'or mondial), une raréfaction progressive de l'offre à partir de 1932. Mais pour l'année 1932 elle-même, la production mondiale sera, dit-on, portée à un niveau sans précédent; c'est après seulement que le déclin commencera.

Pour donner plus de consistance à ce spectre, on a coutume de faire observer que ce ne sont pas seulement les frais de main-d'œuvre, de machinerie, de transport, etc., qui déterminent le prix de revient de la production d'or, car s'il en était ainsi ce prix de revient baisserait fatalement en même temps que les prix de gros de toutes marchandises et toute raréfaction de l'or mondial serait vite compensée par une recrudescence de la production; mais il faut compter avec l'aléa des réserves du sous-sol; d'un moment à l'autre, l'industrie peut se trouver obligée d'annoncer que ses réserves s'épuisent ou qu'elles sont plus limitées qu'elle ne l'avait d'abord cru et cela aurait automatiquement pour effet de ralentir la production et d'accroître le prix de revient.

Telle est la façon la plus grossière de présenter l'argument; en fait, d'autres considérations interviennent qui peuvent avoir des répercussions plus immédiates, et de sens inverse sur l'offre d'or du Rand : « Le perfectionnement récent des procédés d'installation, de forage et de ventilation dans les mines est ce qui a permis aux anciennes mines du Rand central de maintenir en général leur niveau de production », disait dans son rapport de novembre l'administrateur de la Consolidated Gold Fields. Il ajoutait qu'avant la guerre on ne croyait pas pouvoir exploiter à une profondeur de 5.000 pieds, mais qu'à présent on exploite profitablement à 7.000 pieds de profondeur et que l'on a toutes raisons d'espérer opérer à 8.000.

Les réserves des mines d'or sont donc encore susceptibles de s'accroître, tout comme de diminuer. Quelques-unes sont condamnées à disparaître à brève échéance; d'autres peuvent durer un demi-siècle.

Mais ces contre-arguments n'épuisent pas la question. L'industrie de l'or surtout depuis la guerre mondiale, n'est plus aussi indépendante qu'autrefois, bien qu'elle exploite encore dans des conditions privilégiées, il ne manque pas de prophètes pour dire que tôt ou tard le gouvernement sud-africain la soumettra plus largement aux impôts directs et indirects et cela pourra faire baisser la production tout autant que l'épuisement des réserves.

Il y a certainement quelque bien-fondé dans ces pronostics pour que les valeurs de mines d'or ne soient pas mieux cotées qu'elles le sont actuellement. « L'*Economist* » se livrait dernièrement à des calculs sur seize titres du Rand payant des dividendes pour montrer qu'entre fin 1928 et fin 1930 leurs cours avaient fléchi en moyenne de 20 %.

Il y a autant de chances pour que la pénurie d'or soit une réalité que pour qu'elle soit une « perspective ». Mais réalité s'entend. C'est une réalité corrélative à la pénurie de crédits cet autre spectre qu'on agite à tout moment; l'excès des demandes de crédit par rapport à l'offre de crédits suggère l'existence d'une pénurie d'or artificielle, même quand la production d'or est à des hauteurs sans précédent. Voilà pourquoi, aujourd'hui, plus d'un financier de Wall Street estime que l'or a déjà perdu son caractère sacro-saint, et que c'est maintenant le crédit qui mène le monde. En Angleterre même, M. Mac Kenna a soutenu cette thèse, qui semble de plus en plus justifiée par les faits. Le monde vit de crédit et généralement de crédit à court terme. Il n'attend pas que la production du Rand croisse ou diminue. Voilà pourquoi, aussi, l'industrie de l'or sud-africaine, et ses conditions d'exploitation dépendent du crédit mondial.

L. P.

***

Production mondiale du thé [1].

La consommation en thé ne cesse de progresser; elle a passé de 833 millions de livres-poids anglai-

1. *Bull. décad. Canal de Suez.*

ses (454 gr.) en 1927 à 902 millions de livres en 1929. Parallèlement à la consommation la production a augmenté : de 869 millions de livres en 1927, elle se serait élevée à 945 millions en 1929, et encore ces évaluations sont-elles inférieures à la réalité, la Chine ne pouvant chiffrer la récolte de ses provinces méridionales qui atteignait auparavant 100 millions de livres.

La répartition des récoltes en 1929 est la suivante :

Indes anglaises........	423	millions de livres
Ceylan................	251	—
Java et Sumatra.......	159	—
Autres pays..........	112	—
	945	—

Il est intéressant de constater que l'Inde Anglaise et Ceylan fournissent les deux tiers de la récolte mondiale : l'Inde anglaise avec ses 300.000 hectares. Ceylan avec ses 170.000 hectares. C'est l'Assam et le Bengale, c'est-à-dire les provinces himalayennes de l'Inde qui produisent les plus grosses récoltes; c'est dans le Bengale que se trouve le district de Darjeeling qui produit les thés réputés pour leur grande finesse. Les sociétés qui exploitent les grandes plantations de l'Inde y investissent un capital évalué à 36 millions de livres. Leur main-d'œuvre permanente est d'environ 830.000 personnes dont 500.000 en Assam.

Les plantations de théiers de Ceylan font la prospérité de l'île où elles ont remplacé le caféier détruit par l'*hemileia vastatrix*.

L'empire britannique, avec ses possessions d'Asie d'une part, le Nyassaland, le Kenya et quelques autres régions méridionales d'Afrique d'autre part détient plus des deux tiers de la production mondiale du thé. Les seules entreprises qui fassent une concurrence sérieuse aux plantations anglaises sont celles des Indes néerlandaises, où l'on constate sur certaines plantations des rendements de 636 livres par acre, supérieurs à la moyenne obtenue dans la péninsule indienne.

C'est le Royaume-Uni qui attire à lui la plus grande partie de la production mondiale : 60 % environ et qui en retient pour ses besoins intérieurs les plus grosses quantités. (En 1929, importations : 561 millions de livres, dont 465 millions retenues.)

En face des chiffres énormes de la production des Indes, de Ceylan, de Java et Sumatra, notre petite production d'Indochine fait humble contenance : nous pouvons produire cependant des thés de haute qualité dans certaines provinces et, en beaucoup de régions, des thés de qualité courante convenant à la consommation des Annamites. On parle malheureusement de surproduction mondiale du thé comme de tant d'autres denrées, d'où la difficulté pour les planteurs de réaliser des bénéfices : la surproduction serait-elle l'indice que les consommateurs sont en nombre insuffisant et que le monde n'est pas assez peuplé?

M. R.

***

La consommation mondiale du café, par habitant, en 1929 [1].

Voici pour quelques nations, quelle a été la consommation du café, par habitant, en 1929 :

	Kg.		Kg.
Danemark......	7,250	Autriche.......	1,260
Suède........	7,130	Italie........	1,180
Norvège.......	7,120	Espagne.......	1,170
Etats-Unis.....	6,200	Grèce........	1,040
Belgique......	5,500	Tchécoslovaquie...	0,980
Hollande......	4,890	Yougoslavie.....	0,780
France.......	4,500	Hongrie.......	0,450
Suisse........	3,380	Angleterre......	0,370
Australie......	3,000	Pologne.......	0,270
Allemagne.....	2,200	Japon........	0,230

Si nous comparons la consommation française du café et les importations de café en provenance de nos colonies, nous constatons que les importations se sont élevées en 1927-1928-1929 respectivement à 4.400 — 6.600 — 4.600 tonnes, soit en moyenne 5.200 tonnes; cette quantité correspond à une consommation moyenne annuelle de 130 grammes de café colonial par habitant, ce qui est infime (encore faut-il tenir compte du fait que le café vert perd 20 à 22 % de son poids par la torréfaction).

On peut dire encore que nos colonies fournissent la quantité de café permettant de satisfaire à la consommation de onze à douze cent mille habitants seulement.

Il est vrai que nos colonies exportent beaucoup de cafés de haute qualité tandis que les pays grands producteurs sont outillés pour produire les cafés de qualité courante. Pour que nous produisions dans l'avenir des cafés ordinaires en plus grande quantité qu'aujourd'hui il faut de toute nécessité protéger nos planteurs par des mesures douanières judicieusement étudiées.

M. R.

1. *Economiste Francais*, 30-8-30.

UNE THÉORIE NOUVELLE DE LA GRAVITATION[1]

I. — La Relativité des Mouvements

La Gravitation est à la fois la plus générale et la plus mystérieuse des lois de la nature. Rien n'est plus obscur et plus incompréhensible que les actions instantanées à distance qui semblent se manifester dans les mouvements des astres comme dans la chute des graves.

Il est naturel qu'on ait cherché des hypothèses explicatives. Toutes ont échoué.

Or une analyse attentive et précise du phénomène éclaire de la manière la plus simple ce que les hypothèses ont été impuissantes à expliquer. La considération de la relativité des mouvements fournit, à cet effet, une méthode d'investigation très féconde. Elle a permis de pénétrer plus profondément dans la connaissance du fait de la gravitation et de découvrir des propriétés nouvelles qui m'ont paru d'un grand intérêt.

Les actions instantanées à distance perdent leur caractère mystérieux et paradoxal quand on démontre qu'il s'agit d'une simple apparence due à l'emploi d'un système de référence particulier. La même circonstance se rencontre en effet dans tout ensemble mobile, quelle qu'en soit la constitution et quels que soient les mouvements, même les plus chaotiques des éléments constituants, lorsqu'on détermine le système de référence suivant certaines conditions que nous indiquerons plus loin à propos du *solide principal*.

Il se trouve que le système de référence auquel la mécanique classique attache la notion de mouvement absolu coïncide avec notre solide principal, ou s'en déduit par une translation rectiligne et uniforme. L'apparence d'actions mutuelles instantanées résulte de ce simple fait.

Tout ensemble mobile aurait de même une sorte de gravitation propre, pour laquelle, d'ailleurs, il ne saurait être question de formuler des lois générales.

La théorie mathématique qui conduit à ce résultat permet d'en préciser le sens. Ce qui est défini avec précision, c'est en réalité l'accélération totale de chaque élément. La force est le produit de la masse par l'accélération. Dans le mouvement rapporté au solide principal, la force ainsi définie est susceptible d'être décomposée en composantes dirigées suivant les droites de jonction des éléments, de manière que l'ensemble total de toutes ces forces soit constitué par des actions apparentes, deux à deux égales et directement opposées. Mais la décomposition est possible d'une infinité de manières, pourvu que le nombre des éléments soit supérieur à quatre. Chaque composante n'est donc pas définie individuellement : c'est seulement leur résultante qui est déterminée pour chaque élément.

La Gravitation newtonienne n'échappe pas à cette règle. L'attraction apparente newtonienne correspond à une forme particulièrement simple de la décomposition ; mais il en existe une infinité d'autres qui donneraient des résultats équivalents quand on considère l'ensemble de l'univers.

La gravitation est donc essentiellement une propriété de l'ensemble, considéré dans sa totalité, et non une résultante d'actions individuelles dont chacune serait déterminée indépendamment des autres.

Mais on peut même aller plus loin et montrer que l'attraction newtonienne n'aurait pas de sens physique défini pour un ensemble isolé de deux éléments, considérés indépendamment du reste de l'univers. Comme nous le verrons plus loin, il est, en effet, possible de représenter indifféremment le même mouvement par la loi d'Einstein-Schwarzschild ou par la loi de Newton. On passe de l'une à l'autre par un simple changement du système de référence, combiné avec un changement du mode de repérage du temps.

La mécanique classique, dominée par l'idée de mouvement absolu, n'a pas tenu un compte suffisant des propriétés afférentes au système de référence. Quant à la théorie dite de la Relativité, il est encore plus surprenant de constater qu'elle soit complètement étrangère à la notion de la relativité des mouvements.

C'est sans doute pour ces diverses raisons que des propriétés extrêmement simples et très générales ont passé jusqu'ici inaperçues, alors qu'il suffisait de quelque réflexion pour les mettre en évidence.

La considération de la relativité des mouvements a conduit à la définition d'un système de référence canonique constitué par notre solide principal ; celle de la relativité du temps conduit également à la notion d'un temps canonique quand le principe de la moindre action est applicable. Enfin la considération du minimum de l'énergi[illegible] d'accélération de l'ensemble, dans le mouvem[illegible] rapporté aux éléments de référence canon[illegible] achève de définir une loi de gravitation [illegible] cide avec la loi de Newton appliquée [illegible]talité de l'ensemble considéré.

Ainsi se trouve constituée sur [illegible]es une

1. J. Le Roux : *Principes mathématiques de la Théorie de la Gravitation.*

théorie complète de la gravitation. Il suffit d'étendre à l'ensemble de l'univers observable les propriétés démontrées pour un ensemble quelconque.

II. — Le Solide de référence principal

Quand on renonce nettement à la notion de mouvement absolu, on est conduit à se poser les problèmes suivants :

1° Comment varient les différents aspects d'un mouvement quand on modifie le système de référence ?

2° Existe-t-il une forme réduite telle que tous les mouvements qui admettent la même forme réduite puissent se déduire les uns des autres par une modification du système de référence ?

La considération du minimum de l'énergie cinétique donne une solution élégante et simple de ce double problème.

Je considère le cas d'un ensemble d'éléments matériels de masses données, animés de mouvements connus par rapport à un premier système de référence S. L'énergie cinétique d'un élément est le demi-produit de sa masse par le carré de sa vitesse ; l'énergie cinétique d'un ensemble est la somme des énergies cinétiques de ses éléments.

Si l'on change de système de référence, les vitesses changent elles-mêmes, ce qui entraîne une variation de l'énergie cinétique relative de l'ensemble.

Est-il possible de choisir le système de référence de manière que l'énergie cinétique relative de l'ensemble soit minima ?

Ce problème a été posé et résolu par MM. Levi-Civita et Amaldi [1]. Le système de référence considéré joue d'ailleurs un rôle tellement essentiel en mécanique qu'il s'était présenté antérieurement, sous une autre forme et avec d'autres propriétés, dans les recherches de H. Poincaré sur les *Figures d'équilibre d'une masse fluide* [2] et dans une note de P. Appell, *sur la notion d'axes fixes et de mouvement absolu* [3].

On détermine ainsi des trièdres de référence satisfaisant aux conditions imposées et dont le mouvement est lié par des relations précises aux mouvements des éléments de l'ensemble.

En général, sauf quelques cas exceptionnels, tous les trièdres obtenus sont invariablement liés les uns aux autres ; si l'on en connaît un, tous les autres s'obtiennent en prenant les trièdres invariablement liés au premier. J'appelle *solide de référence* tout ensemble de trièdres ainsi constitué. Celui que nous venons de définir s'appelle le *solide de référence principal de l'ensemble mobile.* Il se conserve quand on modifie le mode de repérage du temps.

Le mouvement d'un ensemble par rapport à son solide principal est caractérisé par des propriétés importantes.

1° Le centre de gravité est fixe.

2° Le moment résultant des quantités de mouvement est nul.

3° Comme conséquence des propriétés précédentes, les mouvements relatifs des éléments par rapport au solide principal semblent dus à des actions mutuelles, deux à deux égales et directement opposées.

4° L'énergie cinétique relative minima est due uniquement à la variation des distances mutuelles des éléments : c'est une énergie cinétique de déformation.

5° L'énergie cinétique relative du même mouvement, rapporté à tout autre système de référence, est égale à la somme de l'énergie cinétique de déformation et d'une énergie cinétique d'entraînement. (Généralisation du théorème de Kœnigs.)

III. — Ensemble de deux points

Dans les cas particuliers où l'ensemble se réduit à *un* ou *deux* éléments, le solide principal se réduit à un point ou à une droite.

Le cas de deux éléments est particulièrement intéressant et donne lieu à des remarques curieuses.

Le solide principal se réduit alors à la droite joignant les deux points. Le mouvement relatif par rapport à ce système de référence s'effectuerait de telle manière que les quantités de mouvement seraient constamment égales et opposées.

Si l'on désigne par m et m' les masses des deux éléments, par r leur distance et par t le temps, l'énergie cinétique minima serait égale à

$$\frac{1}{2}\frac{mm'}{m+m'}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2.$$

En faisant varier à la fois le système de référence et le repérage du temps, on pourra donc obtenir, pour l'ensemble considéré, toutes les figures de mouvements dans lesquelles la distance prend les mêmes valeurs, se succédant dans le même ordre.

Considérons par exemple, pour un ensemble de deux éléments, les figures de mouvements définies par l'attraction proportionnelle à la distance, par l'attraction newtonienne ou par la loi

1. *Lezioni di Meccanica Razionale*, vol. II, 1re partie, p. 307-309.
2. *Figures d'équilibre d'une Masse fluide*, p. 31. (Solide équivalent.)
3. *C. R. de l'Académie des Sciences*, t. CLXIV, 1918, p. 518.

d'Einstein-Schwarzschild. Dans tous ces mouvements la distance oscille entre un maximum et un minimum. Donc, si l'on considère un mouvement défini par l'une de ces lois, relativement à un système donné de référence, il sera toujours possible de trouver un autre système de référence et un autre repérage du temps tels que le même mouvement prenne l'une des figures définies par l'une quelconque des autres lois considérées.

En d'autres termes, pour un ensemble limité à deux éléments, la loi de Newton et la loi d'Einstein-Schwazschild sont équivalentes, elles ne diffèrent que par le choix du système de référence et le repérage du temps.

La forme du résultat est inattendue. Je ne veux cependant pas m'y arrêter. On en déduit une conséquence beaucoup plus importante :

Il n'y a pas de système défini de gravitation pour un ensemble limité à deux points matériels.

IV. — Propriétés diverses

L'existence d'actions mutuelles apparentes suggère également une réflexion qui touche aux principes fondamentaux de la mécanique. Ces actions existent nécessairement dans le mouvement relatif par rapport au solide principal, quels que soient les mouvements. Le principe de l'égalité de l'action et de la réaction de Newton exprime donc une propriété du système de référence et non une propriété physique de la matière : il s'applique en l'absence de toute action physique entre les éléments. J'ai démontré qu'il existe d'ailleurs, en dehors du solide principal, d'autres solides de référence jouissant de propriétés semblables (systèmes de référence à gravitation apparente). Mais le solide principal est le seul de cette catégorie qui soit indépendant du mode de repérage du temps.

Les calculs qui ont servi à établir ces résultats en ont incidemment fourni d'autres. Les théorèmes généraux relatifs aux quantités de mouvement et aux moments cinétiques ont été rattachés au théorème des forces vives par la voie des transformations infinitésimales. L'expression du minimum de l'énergie cinétique relative se présente comme un *invariant* du mouvement de l'ensemble, conservant la même valeur quel que soit le système de référence auquel il est rapporté.

Avec cet invariant nous abordons un domaine nouveau et inexploré de la mécanique. Le résultat est intéressant en lui-même et par les horizons nouveaux qu'il permet d'entrevoir.

Il présente l'inconvénient de dépendre du repérage du temps; mais il suffit de remplacer les dérivées par les différentielles correspondantes pour avoir une expression entièrement indépendante des repères : repères de position et repères du temps.

On obtient alors une forme quadratique de différentielles, analogue à celles qui se rencontrent si couramment en géométrie et en mécanique.

V. — Application a l'Univers observable

Les propriétés que nous venons de passer en revue sont absolument générales; elles s'appliquent même à l'ensemble chaotique que nous avons supposé. Il faut étendre maintenant ces résultats à l'Univers matériel observable.

La première question qui se pose est de savoir comment la théorie du solide principal de référence peut se rattacher à la considération du système de référence auquel la mécanique classique attache la notion de mouvement absolu.

Si l'on considère des ensembles de plus en plus étendus, embrassant la totalité des masses réparties à l'intérieur de sphères dont les rayons atteignent des milliers d'années de lumière, on constate que le solide principal correspondant se rapproche de plus en plus, comme orientation, du système de référence de la mécanique céleste. Dans l'hypothèse simplifiée d'une répartition quasi uniforme de la matière, on trouve que la vitesse de rotation du solide principal, par rapport au solide de référence de la mécanique céleste, ne doit pas dépasser 1",3 pour un milliard d'années. C'est, en fait, l'identité d'orientation.

En ce qui concerne la translation, nous sommes moins précis parce que nos connaissances actuelles ne nous permettent pas de déterminer le centre de gravité de l'ensemble considéré. Mais, comme la mécanique céleste admet le principe de l'égalité de l'action et de la réaction, on peut en conclure que le système de référence auquel elle applique cette loi coïncide avec le solide principal ou en diffère tout au plus par une translation rectiligne et uniforme.

Ainsi se trouve défini avec netteté le système de référence canonique de la Mécanique céleste.

VI. — Le Temps canonique

Il reste à définir le temps canonique de la gravitation, le temps absolu de la mécanique classique.

A cet effet, nous devrons apporter un commencement de régularité dans notre chaos. Nous considérons le cas où il existe une énergie potentielle pour l'ensemble mobile et où le mouvement par rapport au solide principal s'effectue suivant le principe de la moindre action.

Le principe de la moindre action, introduit en mécanique par Maupertuis, peut se formuler de différentes manières. La forme donnée par Jacobi n'introduit aucune définition préalable du temps : elle peut servir à la déterminer.

L'élément d'action dans le cas qui nous occupe serait la racine carrée du produit obtenu en multipliant l'expression de l'énergie potentielle par l'invariant différentiel quadratique considéré précédemment.

En exprimant que le mouvement, rapporté au solide principal, a lieu conformément au principe de la mondre action, on est conduit à introduire une variable auxiliaire t, telle que les équations différentielles exprimant le minimum prennent la forme ordinaire des équations du mouvement de la mécanique classique.

Une simple comparaison avec les faits expérimentaux permet donc d'en déduire immédiatement que le paramètre t, ainsi défini *a priori*, coïncide avec une grande approximation avec le temps solaire moyen ou tout autre temps expérimental équivalent.

VII. — Le Minimum de l'énergie d'accélération et la loi de Gravitation

Les propriétés précédentes, si générales qu'elles soient, et peut-être précisément à cause de leur généralité, n'achèvent pas de définir une loi de gravitation. Nous avons admis simplement l'existence d'une énergie potentielle, dont nous avons pu déduire un temps canonique. Nous n'avons pas défini complètement la forme de cette énergie.

J'avoue d'ailleurs que lorsque j'entrepris ces recherches, je ne pensais pas qu'il fût possible d'aller plus loin. La compatibilité du principe de la moindre action avec la condition imposée au mouvement exige que l'énergie potentielle dépende uniquement de la configuration de l'ensemble mobile. Mais rien ne semblait imposer un choix dans l'infinie variété des fonctions possibles satisfaisant à cette condition.

Il fallait donc introduire une nouvelle propriété générale. De même que nous avons considéré successivement le minimum de l'énergie cinétique relative et le minimum de l'action, nous allons introduire maintenant une nouvelle condition de minimum, relative à l'énergie d'accélération.

La considération de l'énergie d'accélération est due à M. Appell. Elle se déduit de l'énergie cinétique en remplaçant le carré de la vitesse par le carré de l'accélération.

La nouvelle condition de minimum fournit un système d'équations aux dérivées partielles pour déterminer la forme analytique de l'énergie potentielle. Il ne reste plus qu'à intégrer ce système sous certaines conditions concernant le domaine d'existence, la nature et la forme des singularités de la fonction inconnue, et la stabilité de l'ensemble.

Les calculs d'intégration sont assez délicats, mais le résultat est d'une netteté et d'une simplicité inattendues : l'expression trouvée pour l'énergie potentielle est celle que la mécanique classique fait correspondre à la fonction des forces de la loi de Newton, étendue à la totalité de l'ensemble mobile.

Nous aboutissons donc à la loi de Newton considérée non plus comme une loi d'action mutuelle, mais plutôt comme une loi générale du mouvement de l'ensemble, sans qu'il y ait lieu d'attribuer aucune réalité physique aux attractions apparentes individuelles.

Cette loi de gravitation présente l'avantage d'être appuyée sur des principes généraux nettement formulés. Elle possède aussi une autre qualité essentielle : elle représente les phénomènes avec une précision beaucoup plus grande que la loi d'Einstein.

Je serais très heureux que ces simples considérations puissent apporter quelque clarté nouvelle dans notre connaissance des lois de l'Univers [1].

J. Le Roux,
Professeur à l'Université de Rennes,
Examinateur à l'Ecole Polytechnique.

1. Pour le développement mathématique de ces problèmes, voir J. Le Roux : *Principes mathématiques de la Théorie de la Gravitation*, Paris, 1931.

L'ÉPURATION DES EAUX DANS LES SERVICES URBAINS DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

Il est inutile de s'appesantir sur les diverses phases de l'évolution qui a conduit les hygiénistes aux prescriptions actuellement édictées par eux touchant la distribution d'une eau potable à l'abri de tout reproche.

L'analyse chimique a établi des critères qui semblaient jadis de tout repos ; mais si on lui demande encore des renseignements indispensables, l'importance de ceux-ci ne saurait être mise en parallèle avec celle de l'examen bactériologique. La révolution pastorienne a modifié profondément l'aspect du problème : on sait que la fièvre typhoïde, ainsi que d'autres affections, sont très souvent d'origine hydrique, presque toujours dans les cas d'épidémies subites et massives. La recherche et la numération du *B. coli* apportent le témoignage de la pollution d'une eau par les évacuations alvines de l'homme et des animaux : c'est le vrai critère. Ce n'est pas que le *B. coli* soit un microbe redoutable, mais la recherche du *B. d'Eberth*, germe pathogène de la fièvre typhoïde, est difficile : il disparaît très vite de l'eau contaminée, et, comme il est toujours accompagné de *B. coli*, c'est ce dernier qu'on recherche et dont on poursuit la numération. C'est ainsi qu'une eau qui contient des colibacilles est suspecte et que l'objectif des méthodes d'épuration n'est autre que la suppression de ce microbe.

On complète d'ordinaire la recherche du *B. coli* par celle des bactéries putrides, témoins, elles aussi, d'une pollution par les purins et les matières organiques en voie de putréfaction.

Faut-il rappeler qu'indépendamment des espèces précédentes les eaux entraînent un grand nombre d'autres microbes : 72.000 dans 1 cm³ d'eau du Rhône, à Lyon, un chiffre beaucoup plus élevé dans le même volume d'eau de Seine, à Paris. Heureusement, les fleuves subissent par l'action de la lumière, de l'oxygène atmosphérique et aussi de la concurrence vitale une auto-épuration d'autant plus accusée que le brassage énergique de leurs eaux est mieux assuré par la rapidité du courant.

Polluée par les eaux usées des agglomérations, le ruissellement à la surface des routes, des terres cultivées souillées de fumiers, les déjections de toute origine, l'eau des fleuves et des rivières est toujours suspecte et exige une épuration préalable. L'eau de source passait autrefois pour le symbole même de la pureté : on sait que cette image poétique recouvre une cruelle illusion. Les phénomènes naturels justifient rarement la confiance qu'un optimisme mal avisé serait tenté de leur faire : ils n'ont pas mission d'assurer notre bien-être ou de protéger notre santé. Il nous appartient d'y pourvoir au prix d'efforts laborieux, méthodiquement coordonnés.

Les sources ne sont parfois que des résurgences de cours d'eau superficiels et, par conséquent, pollués. Les sources véritables, provenant de nappes souterraines, ramènent à la surface des eaux pluviales infiltrées dans des sols perméables qui ont retenu de façon très différente les germes entraînés par la pluie dans la profondeur du sol, suivant qu'il s'agit de terrains constitués par des éléments grossiers ou des couches de sable fin. Mais, même dans les cas favorables, cette épuration naturelle n'est pas à l'abri d'une défaillance. M. Diénert a constaté la pollution d'un puits foré dans le sable de Fontainebleau à 20 mètres de distance d'un tas de fumier (Guillerd).

Les sources vauclusiennes sont, en dépit des apparences, fréquemment polluées : ce sont des émergences de cours d'eau souterrains qui ont été souvent en relation directe avec la surface du sol par des cheminées connues, suivant les régions, sous les noms de gouffres, abîmes, avens, etc... Ces abîmes ne recueillent pas seulement les eaux superficielles souillées par les fumiers et les déjections ; ils servent aussi de dépotoirs : les paysans y jettent leurs bêtes mortes, parfois des animaux vivants dont ils veulent se défaire. C'est une pratique courante sur le Larzac et les autres Causses des Cévennes, bordés, comme on sait, par une ceinture de sources vauclusiennes.

Les villes qui s'alimentent aux fleuves ou rivières sont tenues sous peine de véritables catastrophes à ce qu'on pourrait appeler l'usinage de leurs eaux : c'est le cas pour Paris qui filtre et javellise. Bien que plus pures, les eaux du Rhône ne sont distribuées à Lyon qu'après un double traitement (puits et galeries filtrants, verdunisation). Quand on s'initie à la multiplicité des opérations que dirige un service d'une grande ville comme Paris, on est amené à assimiler l'élaboration d'une eau potable à une cuisine savante, de plus en plus compliquée.

Il en est bien réellement ainsi. Ces opérations multiples se justifient par les résultats obtenus. Voici une statistique empruntée à M. Diénert.

Paris javellise ses eaux depuis 1914, la banlieue depuis 1918.

Paris

Décades	Mortalité générale	Mortalité typhique
	par 1.000 habitants	
1897-1906	18,0	0,152
1907-1916	16,1	0,091
1917-1926	14,9	0,055

Banlieue

Décades	Mortalité générale	Mortalité typhique
	par 1.000 habitants	
1897-1906	22,9	0,164
1906-1916	20,7	0,1098
1917-1921	19,1	0,058

Ces chiffres traduisent les bienfaits de l'épuration des eaux avec une pleine évidence.

Il convient maintenant d'examiner les procédés techniques mis en œuvre pour obtenir de tels résultats.

On négligera de parti pris les méthodes qui sont restées jusqu'à présent confinées dans le domaine des expériences de laboratoire ou n'ont été appliquées que d'une façon restreinte et dans des conditions exceptionnelles : les rayons ultra-violets des lampes de quartz à vapeur de mercure, l'iode naissant développé par l'action de l'acide tartrique sur un mélange d'iodure et d'iodate alcalin. Ce dernier procédé a rendu de grands services à des explorateurs ou à des corps de troupes séjournant dans des régions aux eaux malsaines. Il ne saurait être question de l'appliquer à la stérilisation des eaux d'une agglomération urbaine, même de peu d'importance.

Telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui, l'épuration des eaux comprend un premier stade, parfois unique : la filtration sur des graviers ou sur du sable. Les lits filtrants sont le siège d'actions mécaniques, physiques (adsorption) et biochimiques, ces dernières provoquées par les microbes et les algues développés sur les couches filtrantes.

Ce premier degré d'épuration n'est pas toujours jugé suffisant. De plus en plus, on y adjoint un traitement chimique destiné à détruire les microbes, plus spécialement les germes pathogènes et le *B. coli.* On utilise, dans la pratique, l'un ou l'autre des deux réactifs suivants : le chlore ou l'ozone, le chlore pouvant être employé à l'état de chlore gazeux ou d'hypochlorite alcalin (eau de Javel).

La filtration est souvent précédée de l'addition à l'eau brute d'une petite quantité de sulfate d'alumine qui flocule les colloïdes et permet aux filtres d'arrêter les floculats. Les filtres eux-mêmes diffèrent suivant les conditions spéciales à chaque exploitation : ce sont tantôt des galeries filtrantes parallèles à un cours d'eau, tantôt des puits forés non loin des berges et, autant que possible, entourés d'un périmètre de protection dont l'accès est rigoureusement interdit afin d'éviter la pollution du sol. Dans certains cas, des puits étanches ont été creusés dans le lit même du fleuve : c'est de cette façon que Budapest collecte les eaux du Danube filtrées « *per ascensum* » à travers le fond du puits. A Nantes, le puits Lefort recueille les eaux de la Loire filtrées à travers un îlot de sable fin entourant le puits.

L'efficacité des filtres naturels dépend de la nature et de la grosseur des éléments qui les constituent ainsi que de l'épaisseur des lits traversés par l'eau. Dans des conditions favorables, on peut abaisser à quelques unités par cc. la teneur en microbes : parfois aussi l'action des filtres n'offre qu'une garantie illusoire. Un appareil dont le fonctionnement a été longtemps satisfaisant peut subir des modifications de structure qui le rendent perméable aux germes : tassement du terrain, déplacement par une crue de la rivière des graviers et des grains de sable, pollution accidentelle par des germes venus du sol ou d'un égout dont les parois ne sont pas étanches, etc... Un exemple récent de ce dernier mode de contamination est celui qui a eu pour conséquence l'épidémie de fièvre typhoïde de la banlieue lyonnaise, pendant l'automne de 1928 : 3.000 malades, 300 décès.

Il existe une autre catégorie de filtres constitués par des lits filtrants de graviers et de sables disposés dans des bassins. La Ville de Paris, à Ivry et à Saint-Maur, filtre par ce procédé les eaux très polluées de la Seine et de la Marne, et ce système soigneusement contrôlé par les services compétents donne de bons résultats. Dans la banlieue de Paris, diverses compagnies privées épurent par ce procédé l'eau qu'elles distribuent à leurs abonnés : il en est de même dans la plupart des grandes villes de France et de l'étranger.

A l'usine d'Ivry, l'eau puisée directement dans la Seine est additionnée de sulfate d'alumine dont la solution s'écoule en filet continu sur l'eau brute tombant en nappe mince dans une canalisation qui amène l'eau dans des bassins successifs ; ce sont d'abord des préfiltres dégrossisseurs avec lits de graviers, puis des bassins contenant du sable pour achever la filtration. L'eau brute de la Seine, habituellement jaunâtre et sale, est transformée en un liquide incolore, limpide présentant les caractères extérieurs d'une eau potable, mais encore souillée de nombreux microbes. Avant d'être refoulée vers les bassins de distribution, cette eau sera stérilisée par le chlore à l'aide d'appareils qui seront décrits ultérieurement.

La nature du sable à employer dans les filtres n'est pas indifférente : les sables siliceux se lais-

sent traverser trop facilement : les sables calcaires retiennent mieux les éléments en suspension, mais se colmatent très vite. Les sables de Seine qui contiennent à la fois des grains siliceux venus par l'Yonne des montagnes granitiques du Morvan et des grains calcaires issus de la craie champenoise fournissent les matériaux d'une bonne filtration. Le carbonate de chaux favorise la fermentation nitrique des sels ammoniacaux et retient par adsorption à la surface des grains les particules et floculats colloïdaux en suspension dans le liquide. Un nettoyage fréquent s'impose : on y pourvoit par l'injection dans la masse de sable de jets d'eau sous pression.

Sur les filtres la nitrification et d'autres actions biochimiques provoquées par les microbes et les algues ont pour résultats la diminution du taux de l'azote ammoniacal et de l'azote organique.

Le rôle des êtres vivants dans l'épuration des eaux mêmes les plus polluées s'exerce parfois avec une intensité remarquable. A Strasbourg, on peut voir des eaux d'égouts déversées dans deux ou trois bassins successifs de faible profondeur subir une épuration très avancée à leur sortie du dernier bassin. On a attribué cette épuration à la présence d'un petit crustacé qui se développe abondamment dans ces eaux.

Les filtres à graviers et à sables doivent être soumis à une surveillance incessante : ils ne sont pas à l'abri d'une défaillance et peuvent être considérés plutôt comme des appareils de préparation que comme des instruments susceptibles d'assurer une épuration rigoureuse. Aussi la tendance s'accuse-t-elle de plus en plus de compléter la filtration par l'intervention de réactifs chimiques capables de détruire les microbes qui ont traversé les filtres. Deux réactifs sont employés concurremment : le chlore et l'ozone.

L'industrie française livre aujourd'hui le chlore dans des cylindres d'acier où il est maintenu sous pression. La plupart des villes américaines et l'usine municipale d'Ivry utilisent ces appareils. Le plus souvent, on emploie l'hypochlorite de soude, improprement désigné sous le nom d'eau de Javel, d'où le nom de javellisation donné à ce procédé. On se sert d'eau de Javel à divers degrés de concentration, 12°, 20°, 25° par exemple, chacun des titres répondant à des liquides contenant respectivement 12, 20, ou 25 litres de chlore gazeux par litre de solution.

La javellisation nécessite la détermination préalable de la quantité minima de chlore à ajouter à une eau brute pour qu'après un certain laps de temps, une heure par exemple, un léger excès de chlore subsiste dans cette eau. On s'en assure par l'essai suivant. Dans un certain nombre de flacons on verse des échantillons d'eau de même volume (on opère généralement sur un litre). On ajoute ensuite dans chacun des récipients une quantité exactement connue de réactif chloré : par exemple, le premier échantillon recevra ainsi 0 mmg.,1 de chlore, le second 0 mmg.,2 et ainsi de suite. Une heure après, on verse dans chacun des échantillons le même volume (quelques cm³) d'une solution d'iodure de potassium amidonné : de ces échantillons les uns restent incolores, les autres présentent une gamme de coloration de plus en plus accusée. Le moins coloré de cette dernière série correspond à la quantité de chlore qu'il faut ajouter à l'eau pour en avoir un léger excès.

Cette dose varie avec la nature et la proportion des matériaux en dissolution et en suspension. Pour ce dernier point, c'est la turbidité de l'eau, qu'on mesure à Ivry avec un appareil ingénieux qui consiste en deux cylindres d'ébonite accolés portant chacun deux fenêtres latérales situées en face l'une de l'autre et fermées par des glaces. L'un de ces cylindres reçoit de l'eau bi-distillée parfaitement limpide ; dans l'autre on verse l'eau brute à examiner. On fait passer à travers les deux cylindres un faisceau lumineux intense provenant d'une lampe électrique, et, de haut en bas, on regarde les deux cylindres suivant l'axe de l'appareil. Le premier donne l'impression du vide de Tyndall ; à travers le second, chargé d'eau brute on aperçoit un faisceau lumineux dû à l'éclairement des particules en suspension. On ajoute alors, goutte à goutte, à l'eau pure une solution alcoolique de mastic jusqu'à ce que le trouble produit s'accuse par un faisceau de même intensité dans les deux cylindres. C'est par le nombre de gouttes ajoutées qu'on exprime le degré de turbidité de l'eau.

La dose de chlore à ajouter à l'eau varie également avec la nature et la proportion des matières organiques. Aussi toute station de chloration comporte-t-elle l'adjonction d'un laboratoire de contrôle à l'usine même. A l'arrivée aux réservoirs de distribution, des analyses permettent de déterminer la quantité de chlore restant et aussi la dose d'hyposulfite ou d'acide sulfureux nécessaire pour en neutraliser l'excès.

C'est là une organisation assez compliquée, mais indispensable pour assurer la distribution d'une eau saine, ne présentant ni l'odeur ni la saveur des composés chlorés, sans parler des inconvénients pour la santé de l'ingestion quotidienne d'une eau chargée de chlore.

La stérilisation de l'eau par le chlore liquide utilise les cylindres en acier pourvus d'un détendeur afin de régler le débit du gaz. Celui-ci filtre

sur de la laine de verre, puis passe à travers une couche d'acide sulfurique concentré pour arriver à la partie supérieure d'une colonne cylindrique en poterie vernissée, remplie de fragments de pierre ponce sur lesquels coule de l'eau. Grâce à la grande surface offerte par la ponce, le chlore se dissout rapidement. Au bas de la colonne on reçoit une dissolution concentrée qu'on dilue ultérieurement avant de la déverser dans l'eau venue des appareils de filtration. Cette eau filtrée et chlorée est refoulée par les pompes jusqu'au réservoir de Montsouris où s'effectue par l'acide sulfureux la neutralisation du chlore en excès.

Quand on traite l'eau non plus par le chlore, mais, ce qui est le cas le plus fréquent, par l'eau de Javel, on a recours à divers dispositifs, d'ailleurs assez simples, pour déverser dans l'eau d'une façon régulière la quantité voulue de réactif, telle qu'elle a été déterminée par l'essai dont on a indiqué le principe.

La javellisation proprement dite met en œuvre des quantités de chlore qui, rapportées au litre d'eau, varient généralement entre 0 mm. 2 et 0 mm. 6, rarement au delà. Quand l'excès de chlore n'est pas neutralisé, l'eau présente souvent une odeur et une saveur désagréables qui s'exaltent dans certaines infusions (thé, café) au point de rebuter le consommateur. Les fruits acides développent également ces inconvénients, et il suffit de mâcher un quartier de pomme après avoir bu pour reconnaître l'odeur du chlore, alors que l'ingestion de l'eau ne la décelait pas.

Les usagers ne manquent pas de protester toutes les fois qu'on leur distribue une eau ayant le goût du chlore, et il faut bien reconnaître que leurs plaintes ne sont pas dépourvues de fondement. Et ici une question se pose : s'agit-il d'un simple désagrément ou bien d'un véritable danger pour la santé publique : le chlore et ses composés oxygénés, même à faible dose, peuvent-ils être ingérés impunément ? Ne doit-on pas redouter à la longue des phénomènes d'intoxication ? C'est là une question controversée et, à ma connaissance, il n'a pas encore été apporté dans la discussion des preuves décisives tirées d'expériences ou d'observations précises. Néanmoins, on a imputé à l'usage de l'eau chlorée des troubles gastro-intestinaux, plus particulièrement chez les enfants alimentés avec du lait coupé d'eau, et, *a priori*, on ne saurait affirmer que le chlore et ses dérivés d'oxydation n'exercent aucune action défavorable sur les fonctions digestives, sur l'activité des diastases qui les commandent et, par répercussion, sur la santé générale, étroitement solidaire, comme on sait, de l'intégrité fonctionnelle du tractus intestinal.

Si on proscrit énergiquement toute addition à la farine de composés chimiques destinés à faciliter la panification, il paraît difficile que les compétences qui montent autour de l'hygiène une garde sévère tolèrent pour l'eau de boisson des pratiques qu'elles condamnent pour le pain.

Par ailleurs, on a signalé l'influence défavorable de l'eau javellisée sur le développement des plantes arrosées avec cette eau.

Certaines industries, telles que la brasserie, accusent l'eau javellisée d'apporter du trouble dans leurs opérations. Pareil grief est également formulé par les photographes.

Ce qui est hors de doute, c'est qu'indépendamment de l'odeur propre du chlore, l'eau javellisée présente parfois une odeur tenace et désagréable d'iodoforme due à l'action du chlore sur les phénols contenus dans le goudron des canalisations neuves, les joints des conduites et le revêtement des routes goudronnées [1].

On a même accusé le chlore d'attaquer les tuyaux en plomb et de provoquer le saturnisme, ce qui ne me semble pas démontré.

Ces diverses critiques ne s'appliquent bien entendu qu'à la javellisation non compensée par l'addition ultérieure d'un agent neutralisant, acide sulfureux ou hyposulfite.

Elles s'atténuent singulièrement quand on réduit l'addition de chlore à la dose minima de 0 mmg., 1 par litre d'eau traitée : c'est la *verdunisation.*

La verdunisation doit son nom à l'initiative de M. Ph. Bunau-Varilla qui en a fait pour la première fois l'application méthodique au cours de la Grande Guerre, pendant l'attaque de Verdun. Ingénieur des Ponts et Chaussées et officier de complément, M. Ph. Bunau-Varilla était chargé, en qualité de Commandant du Génie, du service des eaux de la 2e armée. L'eau de boisson distribuée aux troupes était copieusement javellisée (jusqu'à 1 mmg. par litre), elle présentait une odeur si accentuée que les hommes refusaient de la boire. M. Ph. Bunau-Varilla eut l'idée de réduire à 1/10 de milligramme la dose de chlore ; les résultats furent excellents ; l'eau était suffisamment épurée pour qu'on n'eût pas à enregistrer d'infection typhique ; l'odeur et la saveur du chlore ne se manifestaient pas ; les hommes buvaient sans répugnance l'eau verdunisée à l'égal de l'eau exempte de toute addition.

On ne saurait trop reconnaître l'importance du

1. On peut faire disparaître l'odeur d'iodoforme par divers procédés, soit par addition d'une petite quantité d'ammoniaque avant javellisation, soit par addition d'un milligramme par litre de permanganate.

service rendu, en cette circonstance par M. Ph. Bunau-Varilla [1].

Après la guerre, la verdunisation a été adoptée par les services de distribution d'eau d'un grand nombre de villes (Reims, Carcassonne, les Sables-d'Olonne, Saint-Lô, Montpellier, Dakar, Saïgon, Lisbonne, Genève, Lyon, etc... etc...) par de nombreux établissements publics ou privés (chemins de fer, arsenaux, usines métallurgiques, fabriques de produits chimiques, etc., etc...). La Ville de Paris vient de décider (1930) la verdunisation des eaux destinées aux usages industriels, afin d'éviter les contaminations provoquées par des communications établies par fraude ou ignorance entre les canalisations d'eau industrielle brute et d'eau potable épurée.

M. Ph. Bunau-Varilla a imaginé des appareils ingénieux pour introduire dans l'eau à épurer une proportion déterminée d'eau de Javel calculée d'après le titre du réactif, le volume de l'eau à traiter et le débit de l'appareil. Un dispositif relie automatiquement l'écoulement de la liqueur javellisante et le fonctionnement de la pompe d'aspiration et de refoulement.

Un brassage énergique est indispensable au succès de l'opération : il est assuré par l'appareil dont nous donnons ci-dessous le schéma :

Le schéma ci-dessous, très simplifié, donne une idée de l'appareil de M. Ph. Bunau-Varilla.

Dès que la pompe P entre en mouvement, elle aspire par T_1, la liqueur javellisante du récipient A à travers les effilures de la trompe B ; le réactif se mélange à l'eau brute en Z. En même temps, par T_2, l'eau refoulée remplit le bac d'amorçage C. Dès que la pompe s'arrête, l'eau, qui n'est plus refoulée cesse de monter par T_2 en C. Le bac C se vide par l'ouverture O dans le réservoir R qui évacue par T_3. L'air pénètre dans la trompe B qui se désamorce ; l'écoulement de la liqueur chlorée s'arrête aussitôt.

Cet appareil a été pourvu de nombreux perfectionnements destinés à mesurer la quantité de réactif, à prévenir automatiquement en cas d'arrêt par une sonnerie d'appel, etc... On trouvera la description détaillée de ces dispositifs dans les deux volumes de M. Ph. Bunau-Varilla : la *Verdunisation des Eaux* (1928) et le *Guide théorique et pratique de la Verdunisation* (1930) [1].

Ces appareils sont peu coûteux et l'ensemble des opérations n'entraîne que des dépenses minimes. D'après les calculs de M. Ph. Bunau-Varilla, en

1. Divers hygiénistes, M. Sacquépée entre autres, avaient proposé le traitement des eaux de boisson par des doses minimes de chlore.

1. Paris, J.-B. Baillière.

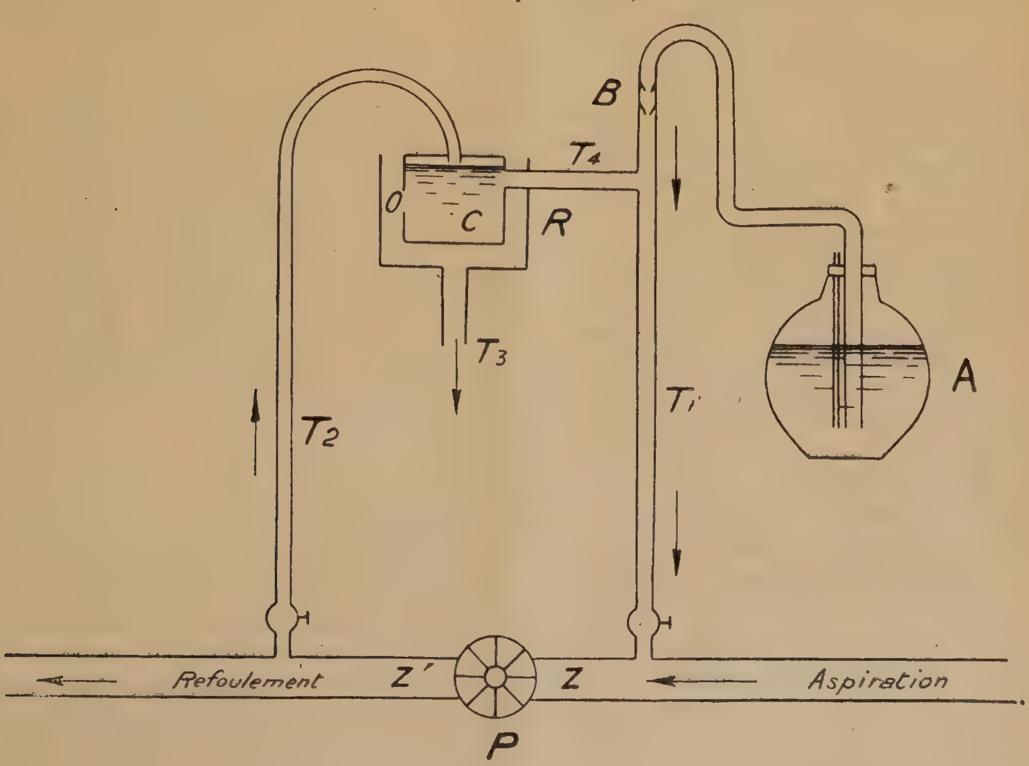


Fig. 1. — Schéma de l'appareil Ph. Bunau-Varilla.

. Récipient contenant la liqueur javellisante ; B. Trompe ; T_1. Tuyau d'aspiration ; T_2. Tuyau d'alimentation du bac d'amorçage ; T_3. Tuyau d'évacuation du réservoir R où s'est écoulé par O le trop-plein du bac C ; ;C. Bac d'amorçage ; O. Ouverture pour l'écoulement en R du trop-plein de C ; P. Pompe aspirante et foulante ; ZZ'. Conduite de l'eau.

employant l'eau de Javel à 25° ou 30°, on peut verduniser à raison de 1 fr. les 1.000 m³, non compris l'achat, l'entretien et l'amortissement des appareils, non plus que les frais de surveillance, qui sont très réduits.

Ce sont là de précieux avantages.

Comment expliquer l'action de quantités aussi faibles de chlore ? M. Ph. Bunau-Varilla l'attribue à un rayonnement abiotique corrélatif des actions chimiques de l'halogène sur les matières organiques de l'eau brute et certaines expériences semblaient devoir appuyer cette théorie. Le résultat n'en a pas été confirmé par MM. Diénert et Etrillard, dans un mémoire présenté en leur nom à l'Académie des Sciences par M. Roux[1].

Il n'est du reste pas indispensable de recourir à un rayonnement pour expliquer la destruction des germes pathogènes par des quantités de chlore de l'ordre de 0 mmg. 1.

En effet, 1.000 microbes représentent un poids de matière vivante qu'on peut évaluer à quelques cent millièmes de milligramme. Cette trace infime est mise en présence, grâce à un brassage énergique, d'une proportion de chlore plusieurs milliers de fois supérieure. On sait d'autre part que le chlore ($Cl^2 = 71$) réagit sur les matières protéiques des corps microbiens dont le poids moléculaire dépasse 5.000, ce qui accentue encore la disproportion. L'altération des protides protoplasmiques très instables est incompatible avec la vie.

Ces arguments ne suffisent pas pour démontrer l'exclusivité d'une action chimique ; mais, fondés sur des notions établies, ils permettent une interprétation des phénomènes.

Si des doses minimes de chlore suffisent à l'épuration d'une eau brute ordinaire, il n'en est plus de même avec des eaux très chargées de matières organiques. Le chlore se fixe sur ces dernières : il faut dépasser la dose de 0 mmg. 1, pour détruire les microbes, ajouter 0 mmg. 2, 0 mmg. 3 et parfois davantage. Le verdunisation tend alors vers la javellisation proprement dite et, à la limite, se confond avec elle.

En résumé, la verdunisation permet d'épurer des eaux brutes qui ne sont pas trop polluées par des matières organiques : le traitement peut être appliqué rapidement et à peu de frais, et, en présence d'une contamination soudaine ou sous le coup d'une simple menace, il convient d'y avoir recours sans hésiter. En cas d'urgence, des appareils de fortune peuvent être installés immédiatement et permettent de soustraire une collectivité urbaine aux pires dangers. A la dose de 0 mmg. 1, l'eau ne présente ni odeur ni saveur sensibles. Dans l'hypothèse où le taux élevé des matières organiques d'une eau très polluée exigerait une proportion plus forte de chlore, on peut dépasser le chiffre de 0 mmg. 1 pour parer à toute éventualité.

Mais, à mesure que s'élève le taux de l'addition, les inconvénients s'accusent de l'odeur et de la saveur chlorées, quand l'eau n'est pas traitée ultérieurement par l'acide sulfureux ou l'hyposulfite. Les objections s'aggravent aussi touchant l'introduction d'une substance chimique dans un produit alimentaire, et on sait avec quelle rigueur l'ostracisme s'exerce en ces matières.

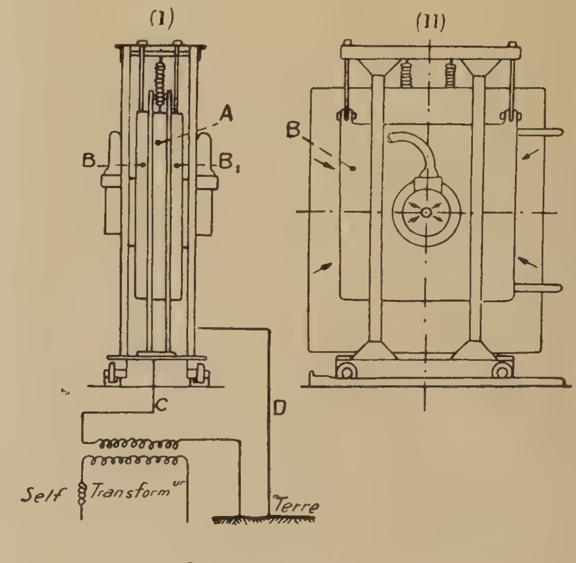


Fig 2. — Ozoneur Otto.

Il est une autre méthode de stérilisation qui, appliquée déjà dans nombre de villes (Nice, Chartres, Saint-Brieuc, Avignon, Brest, Lorient, Laval, Briey, Condom, etc...), paraît devoir étendre encore ses applications : c'est l'ozonisation.

A dose convenable, l'ozone produit à peu près instantanément une épuration de l'eau[1] qui équivaut dans la pratique à une stérilisation : après quoi, il disparaît, volatilisé ou détruit sans laisser de résidu. L'eau épurée est seulement plus riche en oxygène, ce qui est un avantage ; après traitement, l'eau brute colorée a récupéré la couleur bleue des eaux pures.

On emploie l'air ozoné à des doses variant entre 2 et 6 gr. d'ozone par mètre cube d'air. Cet air ozoné est produit par des appareils où se développe l'effluve génératrice de l'ozone sous l'influence du courant électrique. Divers dispositifs ont été imaginés : dans l'un des plus répandus, l'appareil Otto, deux électrodes en métal

1. *Comptes Rendus*, 16 sept. 1927.

1. La réaction s'accompagne de phénomènes lumineux.

sont séparées par deux diélectriques. Entre les lames circule un courant d'air appelé par une trompe : il s'ozonise sous l'action de l'effluve.

La figure 2 représente un élément d'ozoneur à deux diélectriques.

Chaque élément est composé d'un châssis métallique supportant trois plateaux creux A, B, B_1 en fonte ou en aluminium.

Les plateaux latéraux sont à basse tension.

Les plateaux haute et basse tension sont séparés respectivement par deux diélectriques, que des cales isolantes maintiennent à un écartement régulier.

Chaque groupe de trois plateaux et deux séries de diélectriques forme un élément ozoneur. Ce sont ces éléments qui, groupés dans des cages métalliques, constituent les batteries d'appareils industriels.

La trompe émulseuse (fig. 3) est alimentée par l'eau à stériliser, de telle sorte que l'air ozoné se mélange intimement à l'eau sous pression (charge : 2 à 4 m.) qui s'échappe de la tubulure inférieure et forme une véritable émulsion multipliant les contacts de l'ozone et de l'eau.

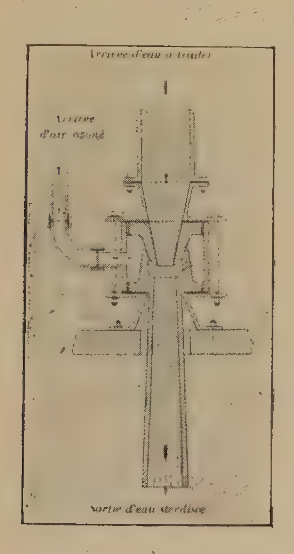


Fig. 3. — Emulseur.

La figure 4 est la représentation schématique d'une installation industrielle. L'eau, amenée par la canalisation A, passe par la trompe émulseuse B, où arrive l'air ozoné produit par l'ozoneur F. L'émulsion tombe par une conduite en grès vernissé au fond du réservoir D profond de 5 à 6 m. Par l'ouverture inférieure C s'échappent l'eau et les bulles d'air ozoné.

De la cuve D, le trop-plein s'écoule par un dispositif en cascade E qui favorise l'élimination de l'ozone en excès.

Comme pour la javellisation, la quantité d'ozone varie avec la teneur de l'eau en matières organiques, d'où la nécessité d'un contrôle. Dans un verre ou un tube à essais on verse quelques cc. d'eau épurée et quelques gouttes d'une solution d'iodure de potassium amidonné. L'apparition d'une coloration bleue accuse la présence d'un excès d'ozone et, par suite, le succès de l'opération.

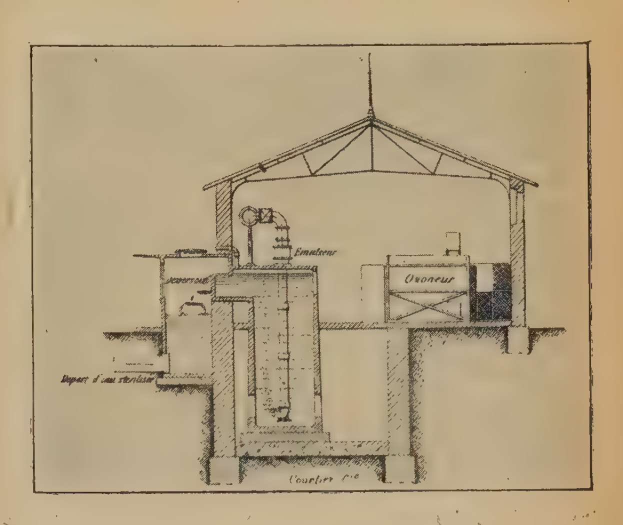


Fig. 4. — Coupe d'une usine de stèrilisation par l'air électrisé.

Les quantités d'ozone nécessaires sont, en moyenne, de 0 gr. 5 à 0 gr. 7 par m^3 d'eau, soit 0 mmg. 5 à 0 mmg. 7 par litre, les eaux très polluées exigeant plus d'ozone que les eaux relativement pures.

Après traitement, l'eau ne contient plus ni germe pathogène ni germe suspect du genre du colibacille. Restent seulement quelques microbes indifférents.

En évaluant la quantité d'ozone par le nombre de watts nécessaires à sa production, on peut établir les relations suivantes :

Matière organique évaluée en oxygène (permanganate acide)	Nombre de watts consommés pour assurer la stérilisation, par mc. et par heure.
$0^{mmg},7$ par litre	5,5 w.
$1^{mmg},4$ »	15,6 w.
$2^{mmg},9$ »	21,1 w.
$3^{mmg},0$ »	24 w.

Il faut ajouter 30 w. pour mise en charge de l'eau. Quand l'eau brute arrive en chute à l'usine, elle produit elle-même l'énergie nécessaire à sa propre stérilisation : les frais de pompage et de production de l'énergie tombent vers zéro. C'est le cas de plusieurs stations d'ozonisation de la ville de Nice : tout compris, l'ozonisation y revient à 3 millimes par m^3 d'eau traitée. Ces conditions pourraient être réalisées dans d'autres villes du Sud-Est, du Massif Central et du Midi Pyrénéen.

Dans des conditions ordinaires, il faut compter sur un prix de revient de 2 centimes par m^3, non compris l'amortissement des installations, soit 1 p. 100 environ du prix de vente de l'eau. Eu égard aux résultats obtenus, ce prix n'a rien de prohibitif.

En résumé, l'organisation moderne d'une station urbaine d'épuration comporte :

1o Une filtration des eaux brutes (graviers et sables), parfois additionnées au préalable d'un agent floculant (sulfate d'alumine).

Cette filtration est loin de suffire dans tous les cas.

2o Elle doit être, elle est souvent et de plus en plus complétée par l'intervention d'agents chimiques qui sont, dans la pratique, le chlore (libre ou à l'état d'hypochlorite) ou l'ozone.

3o Le choix entre ces deux agents peut s'inspirer des considérations suivantes.

Quand il s'agit de faire face d'urgence à une pollution reconnue ou redoutée, le traitement par le chlore s'impose. Immédiatement et à peu de frais, il peut être installé avec des appareils de fortune en attendant la mise en place d'un appareillage perfectionné.

La javellisation proprement dite (0 mmg. 2 à 0 mmg. 6 de chlore par litre) fournit une boisson épurée, mais d'odeur et de saveur désagréables, si on ne neutralise pas l'excès de chlore par l'acide sulfureux ou ses dérivés, opérations complémentaires qui exigent une organisation spéciale, un personnel compétent et ne peuvent guère être envisagées que pour des collectivités importantes.

L'eau de Javel introduit dans l'eau de boisson des composés chimiques à faible dose, il est vrai, mais dont on ne saurait affirmer d'une façon absolue qu'ils sont inoffensifs. Cette pratique n'échappe pas à la suspicion et même à la condamnation formelle de l'hygiène orthodoxe [1].

La verdunisation supprime la plupart des inconvénients signalés ci-dessus, peut rendre et rend de grands services. Elle n'est pas applicable dans tous les cas, et, avec certaines eaux très polluées, d'ordinaire ou accidentellement, il faut augmenter la dose de chlore et en arriver à la javellisation par 0 mmg. 3, 0 mmg. 4 et plus.

L'ozonisation nécessite une installation industrielle naturellement plus coûteuse. Aux yeux de l'hygiéniste, c'est une méthode idéale. L'ozone en effet stérilise l'eau, il la décolore, la désodorise, lui restitue sa teinte bleue naturelle sans laisser dans l'eau stérilisée trace d'élément étranger à sa constitution normale.

« Les eaux, dit M. Roux, soumises au traitement par l'ozone sont moins sujettes aux pollutions ultérieures et sont, par suite, beaucoup moins altérables. »

D'après ce qui précède on voit que les municipalités sont à l'heure actuelle, bien armées pour la lutte contre la pollution des eaux et les épidémies qui en sont la conséquence. Aucun motif ne saurait prévaloir contre l'obligation impérieuse qui leur incombe de sauvegarder la santé et la vie de leurs administrés.

Dr L. Hugounenq.

1. Cette condamnation ne saurait atteindre la javellisation des eaux industrielles, sauf peut-être pour certaines industries.

LES LOIS DE SEXUALISATION CYTOPLASMIQUE

Nous avons exposé les raisons pour lesquelles les qualités physicochimiques de sexualisation cytoplasmique étaient des qualités sexuelles primitives et fondamentales. Puisque ces diverses qualités se retrouvent, avec les mêmes modalités, dans des groupes aussi éloignés les uns des autres que les Sporozoaires, les Prêles, les Phanérogames, les Champignons, c'est qu'elles possèdent incontestablement le caractère d'une très grande généralité. Nous avons exprimé ces faits en énonçant deux lois de sexualisation cytoplasmique :

1re Loi. — *La valeur du potentiel d'oxydo-réduction* (rH) *intracellulaire est un cacactère de sexualisation du cytoplasme ; dans une espèce, les cellules polarisées dans le sens femelle ont un* rH *inférieur à celui des cellules polarisées dans le sens mâle.* (1926.)

2e Loi. — *Les différences de nature et de proportions dans les réserves lipoïdes et graisses constituent un caractère de sexualisation du cytoplasme ; les cellules polarisées dans le sens femelle acquièrent des réserves en graisses qui réduisent l'acide osmique ; les réserves lipoïdes des cellules qui donneront les gamètes mâles n'ont pas cette qualité.* (1927.)

L'énoncé de ces lois nous a paru présenter un double avantage. D'une part, il exprime, sous une forme condensée, les résultats de recherches qui, quoique dirigées par la même conception, n'en constituent pas moins un ensemble assez disparate. D'autre part, des formules brèves se prêtent particulièrement bien à une étude critique. C'est cette étude critique que nous allons faire.

Les deux lois de sexualisation ne sont pas sans rapport. Nous savons que la transformation des hydrates de carbone en graisses est un phénomène banal de la vie cellulaire, or, cette transformation se trouve facilitée par l'existence d'un milieu cytoplasmique plus réducteur. Les cellules polarisées dans le sens femelle sont précisément, par la valeur de leur *r*H intracellulaire, dans des conditions plus favorables pour réaliser cette genèse.

Nous devons rapprocher l'énoncé de la deuxième loi des constatations faites sur les différences sexuelles dans la teneur ou l'évolution des graisses chez divers organismes. On a noté, chez des Mollusques, des Crustacés, des Poissons, des Oiseaux, soit par l'étude des organes de réserves, le foie par exemple, soit par des dosages dans la composition du sang, que, dans une espèce, la femelle est plus riche en graisses que le mâle.

Cependant le Ver à soie fait exception à cette règle puisque, d'après les recherches de VANEY et MAIGNON ce sont les mâles qui, ici, sont plus riches en graisses. Toutefois les auteurs ont constaté que, dans l'organisme femelle, la grande majorité de la graisse se trouve localisée dans les œufs. Les œufs contiennent en effet 4,22 % de graisses alors que le reste de l'organisme en contient seulement 2,8 %.

Si l'organisme femelle est, chez beaucoup d'espèces le plus riche en graisses, ce fait n'est pas une nécessité absolue, un caractère sexuel absolument différentiel. Ce qui constitue le caractère véritablement différentiel au point de vue sexuel, c'est la possibilité, pour l'organisme, de réaliser, à un moment donné de son évolution, les conditions de polarisation sexuelle.

Pour le sexe femelle, l'abondance des graisses semble bien pouvoir favoriser l'apparition de telles conditions, mais, en définitive, la réalisation d'une sexualisation cytoplasmique qui placera les cellules germinales dans des conditions de polarisation vers le sexe femelle, est le seul facteur essentiel dont la réalisation devra être assurée.

Ainsi l'énoncé de la deuxième loi nous permet de relier entre eux des faits qui, au premier examen, paraissent contradictoires. Parmi les nombreux aspects que peut présenter le problème des rapports entre la genèse des graisses et la sexualité, la seule condition dont la corrélation intime avec l'orientation du sexe apparaisse nettement, c'est la condition fixée par la deuxième loi de sexualisation.

Nous allons maintenant faire, pour la première loi, une étude comparée analogue. L'interprétation de la réaction de MANOÏLOFF, interprétation que des résultats concordants ont apportée, nous permet cette comparaison.

MANOÏLOFF a découvert une réaction qui permet, par une série d'opérations minutieuses et compliquées, de donner le diagnostic du sexe par l'examen du sang. Cette réaction, d'abord appliquée à l'homme et aux animaux a été ensuite généralisée et appliquée à la chlorophylle, aux extraits de tissus végétaux.

Les avis sur la valeur de la réaction sont fort partagés. Des auteurs l'ont appliquée avec succès à des matériaux divers; d'autres, au contraire, n'ont pas obtenu le résultat espéré et, parmi ces derniers, certains ont rejeté la réaction comme n'ayant aucune valeur.

Que la méthode de MANOÏLOFF constitue un mode de diagnostic délicat et assez difficile à utiliser ou à interpréter, voilà bien l'opinion qui semble se

dégager de l'ensemble des travaux. Que cette réaction n'ait aucune signification, au point de vue de la sexualité, c'est là une opinion qui ne peut se soutenir qu'en faisant totalement abstraction des autres résultats acquis sur les caractères physico-chimiques de la sexualité.

Les différences de colorations obtenues dans la réaction de Manoïloff ne sont pas dues, comme le pensait cet auteur, à la présence d'une hormone caractéristique d'un sexe. Elles traduisent l'existence de pouvoirs d'oxydo-réduction différents. Les diverses études faites sur le mécanisme de la réaction ne laissent aucun doute à ce sujet.

Les problèmes que la réaction de Manoïloff se propose de résoudre constituent des cas complexes. Si, comme la plupart des auteurs le font remarquer, de nombreux facteurs : âge, état pathologique, influence du milieu, etc., peuvent modifier le résultat, c'est parce que ces divers facteurs interviennent dans la valeur du pouvoir réducteur des tissus ou des humeurs. Il devient alors extrêmement difficile de savoir quelle est la responsabilité particulière du sexe dans l'ensemble des facteurs et on peut même se demander, en présence des résultats contradictoires, s'il a véritablement une part de responsabilité.

La première loi de sexualisation cytoplasmique a été établie d'une façon tout à fait indépendante de la réaction de Manoïloff et par des méthodes très différentes. Elle échappe aux critiques que l'on peut adresser à cette réaction, car elle exprime incontestablement une différence sexuelle entre les pouvoirs réducteurs des tissus homologues du mâle et de la femelle d'une même espèce, le tissu femelle étant plus réducteur.

D'après les études chimiques faites sur le mécanisme de la réaction, de Manoïloff, c'est, effectivement, une différence dans ce même sens qui doit apparaître en cas de réussite de l'opération. Cette constatation nous permet de dire que la première loi de sexualisation apporte à la réaction de Manoïloff le secours dont cette réaction avait besoin pour pouvoir être considérée comme un réactif chimique incontestable du sexe.

La première loi de sexualisation a été formulée en 1926. L'année suivante Needham écrivait, à son sujet, que de nombreuses observations seraient encore nécessaires avant qu'une relation aussi importante soit généralement acceptée.

Cette période de doute semble aujourd'hui franchie et divers auteurs, qui ont étudié les problèmes de la sexualité, ont émis, en faveur de l'énoncé, des opinions favorables.

D'après Aubel et Genevois (1928) la première loi de sexualisation semble pouvoir s'appliquer aux Phanérogames puisque « les organes mâles apparaissent à la périphérie ou au sommet des bourgeons, dans des conditions de *r*H exceptionnellement élevées ».

Schopfer (1928), dans son étude de biochimie comparée du sexe, écrit à propos de la sexualisation cytoplasmique : « Tous les faits signalés par Joyet-Lavergne forment, comme on le voit, un ensemble d'une remarquable homogénéité, de telle sorte que des lois peuvent être émises... les êtres très différents qui ont servi de matériel à cette étude sont un garant de la généralité des conclusions. »

Remotti (1928), dans ses recherches sur les différences physiologiques sexuelles chez les Poissons, avait obtenu des résultats qui semblaient être l'inverse de ceux que pouvait faire prévoir la sexualisation cytoplasmique. Par une étude plus approfondie, l'auteur a montré que les résultats de ses expériences étaient en accord avec la première loi de sexualisation.

On sait que la sexualité des Mucorinées pose un problème assez troublant. Blakeslee a en effet démontré qu'il existe, pour une espèce de Mucor, deux thalles sexués qu'il distingue par les étiquettes : race (+) et race (—). Quand on place un thalle (+) à proximité d'un thalle (—) il y a formation d'un œuf par fusion de deux prolongements des thalles respectifs, mais il n'y a jamais de fécondation entre deux (+) ou deux (—). Le sexe existe donc bien, toutefois, aucun caractère morphologique ne permet de dire, ici, quel est l'organisme mâle et quel est l'organisme femelle.

Chodat et Schopfer ont pensé que si la deuxième loi de sexualisation avait un caractère vraiment général, elle devait permettre de résoudre le problème du diagnostic du sexe des Mucorinées. Ils ont étudié, avec soin, l'évolution des lipoïdes et graisses dans chacune des deux races de l'espèce *Mucor hiemalis*. Ces savants ont effectivement trouvé une teneur en graisses plus élevée dans la race (+) du champignon examiné et ils ont conclu de leur étude, qu'*en appliquant l'énoncé de la deuxième loi de sexualisation cytoplasmique*, il fallait considérer la race (+) comme représentant le sexe féminin; la race (—) étant le sexe masculin.

Les opinions des divers savants que nous venons de citer apportent un appui très précieux à la thèse que nous soutenons. Il nous a paru, toutefois, que les énoncés formulés prendraient une valeur plus grande si leur démonstration expérimentale pouvait être réalisée. Nous avons ainsi été amené à faire, comme suite logique de nos études, la recherche de cette démonstration expérimentale.

Les deux lois de sexualisation cytoplasmique

expriment deux faits distincts, l'un est relatif à la valeur du *r*H intracellulaire, l'autre concerne l'évolution des réserves lipoïdes et graisses, mais ces deux catégories de faits ne sont pas sans rapport. Il est assez rationnel d'admettre que l'évolution des réserves lipides se trouve en relation directe avec la valeur du potentiel d'oxydo-réduction. Elle est probablement la conséquence de l'évolution particulière du chimisme intracellulaire qu'entraîne la valeur du *r*H.

Si nous pouvons introduire, dans un organisme, soit l'une, soit l'autre, soit encore les deux modifications corrélatives que prévoient les lois de sexualisation, nous devons modifier la polarisation des cellules sexuelles de cet organisme dans un sens bien déterminé. Telles sont les données du problème que pose la démonstration expérimentale cherchée.

Nous avons indiqué, au début de cette étude, les raisons pour lesquelles la recherche des caractères généraux de la sexualité, c'est-à-dire l'étude du problème sexuel dans ce qu'il comporte de vraiment fondamental, nous oblige fatalement à sortir des cadres tracés par les diverses disciplines de la Biologie. Nous avons déjà vu pourquoi une étude de Botanique avait dû succéder à des recherches dans le cadre zoologique. Le problème nouveau, qui se présente maintenant à nous, consiste à modifier les conditions du métabolisme intracellulaire, dans un sens bien déterminé, pour voir si les répercussions provoquées donneront bien les résultats attendus. C'est là, incontestablement, un problème de Physiologie.

Une question se présente que nous avons l'habitude de nous poser. Sur quel matériel vont porter ces recherches physiologiques ?

Les lois de sexualisation ont été établies par des recherches portant sur les Sporozoaires, les Prèles, les Phanérogames. Pour affirmer le caractère de généralité de ces lois, il convient de chercher à établir leur démonstration sur un groupe aussi éloigné que possible de ceux que nous venons de citer. Aucune hésitation n'est permise : c'est le groupe des Vertébrés qui doit être choisi.

Ainsi, après avoir été zoologiste, puis botaniste, nous étions fatalement amené à faire notre apprentissage de physiologiste, pour essayer de réaliser, chez les Vertébrés, les expériences qui, logiquement, devaient apporter la démonstration expérimentale des lois et confirmer leur caractère de très grande généralité.

Il nous apparut, tout de suite, que le sens le plus favorable des modifications à introduire, dans l'organisme du Vertébré, devait être le suivant : essayer d'abaisser le *r*H intracellulaire de ses tissus ou encore, augmenter la provision de graisses à la disposition des cellules, en provoquant un enrichissement du sang en lipides, et voir si, conformément à nos prévisions, la polarisation des cellules sexuelles mâles ne se trouverait pas très fortement gênée.

Ici se place une constatation tout à fait curieuse. Au cours de notre apprentissage de physiologiste, nous nous sommes aperçu que nous n'avions pas besoin de réaliser les expériences que nous concevions, parce qu'elles se trouvaient avoir été faites, dans des conditions particulièrement favorables, et par des auteurs infiniment plus compétents que nous.

Nous sommes ainsi amené à retracer une histoire tout au moins inattendue. Il ne s'agit plus de la description de nos recherches mais bien de l'histoire des raisons pour lesquelles certaines expériences qui, logiquement, devaient être faites, n'ont pas eu besoin d'être effectuées.

Peut-on modifier le potentiel d'oxydo-réduction ou *r*H intracellulaire des tissus d'un Vertébré ? Oui, la chose est possible. Il suffit, pour la réaliser, de supprimer la vitamine B dans la ration alimentaire d'un animal.

L'avitaminose B a été l'objet d'un très grand nombre de recherches. De l'ensemble de ces recherches se dégage, au point de vue qui nous préoccupe, les conclusions suivantes :

Un ensemble imposant de travaux apporte la preuve d'une diminution du métabolisme de base dans l'organisme privé de vitamine B. Cet organisme présente une respiration moins intense, il dégage moins de chaleur.

La diminution du métabolisme de base ainsi constatée n'est pas la conséquence de la perte de poids de l'animal. Si, en effet, au cours de l'expérience, on introduit, dans la ration alimentaire, un peu de vitamine B, le métabolisme basal se relève, alors que le poids de l'animal continue à diminuer. Si, d'ailleurs, on fait une injection d'extrait de vitamine B, les mouvements respiratoires augmentent, immédiatement, de fréquence et d'amplitude. La chute du métabolisme est donc bien la conséquence directe de l'absence de vitamine B dans la ration alimentaire.

L'abaissement du métabolisme de base exprime la diminution des échanges respiratoires des tissus, mais cette diminution peut se traduire encore par d'autres phénomènes. Il est, aujourd'hui, démontré que les cellules de l'organisme en état d'avitaminose manifestent une certaine impuissance à consommer le glucose. Or, cette impuissance est précisément due à l'insuffisance du mécanisme des oxydations, car une grande partie du carbone qui devrait normalement être rejeté par les

poumons à l'état de gaz carbonique se retrouve dans les urines à l'état de carbone incomplètement oxydé.

Il est possible de constater directement l'insuffisance d'oxydations des tissus. Quand on mesure *in vitro* la respiration de tissus semblables pris soit à des types normaux soit à des types carencés, on constate que la consommation en oxygène de ces derniers est nettement inférieure.

Si l'état d'avitaminose B entraîne une diminution du pouvoir d'oxydation des cellules, les animaux carencés seront particulièrement sensibles à un poison comme l'acide cyanhydrique qui diminue le pouvoir oxydant. Ils seront, au contraire, moins sensibles que les types normaux à une substance comme le dinitrophénol qui accélère les oxydations. C'est bien ce qui a été constaté.

La diminution de la capacité respiratoire des tissus n'est pas due à une pénurie de substances oxydables; elle n'est pas due, non plus, à un manque d'oxygène. Elle ne peut donc être rattachée qu'au pouvoir d'oxydo-réduction de la cellule, c'est-à-dire au *r*H intracellulaire.

Il résulte de tous les faits que nous venons de décrire que la suppression de la vitamine B dans la ration alimentaire entraîne une diminution du potentiel d'oxydo-réduction intracellulaire.

Par quel mécanisme de la vie cellulaire s'accomplit cette diminution de la valeur du *r*H ?

Dans une série de recherches, relatives à un autre sujet que l'étude de la sexualité, nous avons montré que la valeur du *r*H intracellulaire se trouve en relation étroite avec la teneur en glutathion des tissus. Quand on diminue la teneur en glutathion d'une cellule, on provoque un abaissement de la valeur de son potentiel d'oxydo-réduction.

Or, récemment, Mme Randoin et Fabre ont montré que chez le Pigeon en état d'avitaminose B il se produit, à la fin de la maladie, une chute importante de la teneur en glutathion des tissus.

La difficulté qu'éprouvent les cellules à assurer la constitution de leur teneur normale en glutathion est une des causes de l'abaissement de valeur du *r*H chez l'organisme en état de carence.

Quel que soit d'ailleurs le mécanisme intime de cet abaissement, sa production par l'avitaminose B nous apporte la réalisation de la première condition du problème que nous nous sommes proposé.

Comment allons-nous, maintenant, réaliser la deuxième condition cherchée, c'est-à-dire, par quel mécanisme allons-nous provoquer un enrichissement du sang en lipoïdes et graisses ?

Cette deuxième condition est précisément obtenue par la même cause qui provoque l'abaissement du potentiel d'oxydo-réduction des cellules, c'est-à-dire par la suppression de la vitamine B dans la ration alimentaire.

A vrai dire, nous ne devons pas être surpris de ce fait. Si les résultats obtenus dans la sexualisation cytoplasmique constituent l'expression de caractères très généraux, comme de multiples raisons nous en imposent la conviction, nous devions, logiquement, je ne dirai pas prévoir, mais tout au moins pressentir ce phénomène.

Nous savons en effet que les deux qualités : abaissement du *r*H intracellulaire et augmentation de la teneur en lipoïdes et graisses, se trouvent associées l'une à l'autre pour caractériser le métabolisme du sexe femelle. Les deux lois de sexualisation cytoplasmique expriment très probablement deux aspects différents d'un même phénomène. Les faits exprimés par l'une et l'autre loi ne sont pas seulement contemporains, ils sont en corrélation véritable.

L'avitaminose B provoque donc une augmentation de la teneur en graisses et lipoïdes dans le sang. Les résultats des auteurs qui ont étudié cette question présentent une concordance remarquable et, fait assez exceptionnel pour mériter d'être noté, il n'existe, à ce sujet, aucune discordance. Dans tous les cas étudiés, il a été noté une augmentation de la teneur en graisses et lipoïdes du sang comme conséquence de l'avitaminose B.

C'est dans le sérum que se manifeste cette augmentation. Des mesures faites sur la lécithine et les acides gras ont montré une teneur qui dépasse la normale d'environ 1/3. La lipurie que l'on constate chez l'animal carencé, c'est-à-dire l'augmentation de la teneur en graisses des urines, est une conséquence de la teneur élevée en lipoïdes et graisses du sang.

Ainsi, l'état de carence en vitamine B réalise bien, dans l'organisme du Vertébré, les deux perturbations que nous désirions y introduire : l'abaissement de la valeur du *r*H intracellulaire et l'augmentation de la quantité de graisses à la disposition des cellules.

Il résulte de ces faits que, si les lois de sexualisation cytoplasmique sont vraies, dans un organisme en état d'avitaminose B, les cellules qui doivent se développer dans le sens mâle, les futurs spermatozoïdes, se trouvant dans des conditions de polarisation tout à fait anormales, devront particulièrement souffrir plus que les autres de l'état de carence.

Le premier examen qui peut être fait pour juger de l'influence de l'avitaminose B dans la polarisa-

tion des cellules mâles consiste à étudier le comportement du testicule dans l'état de carence.

Dans les diverses expériences, les nombreuses mesures faites concordent parfaitement pour que tous les auteurs apportent la même conclusion : Quand un organisme est privé de vitamine B, de toutes les parties du corps ce sont les testicules qui sont les organes les plus atteints. Ils sont frappés d'une atrophie considérable.

Si la perte de poids d'un organe est un signe de son atrophie, elle n'est cependant pas la preuve définitive de son amoindrissement fonctionnel. Seul l'examen histologique peut donner des renseignements précis sur la perturbation que provoque la carence dans l'évolution des cellules polarisées vers le sens mâle.

De nombreux auteurs ont étudié les phénomènes histologiques de dégénérescence qui se produisent chez les animaux soumis aux expériences. Les résultats qu'ils ont obtenus sont concordants.

L'avitaminose B entraîne un arrêt de la spermatogénèse. Le diamètre des tubes séminifères diminue, l'épithélium subit une régression et cesse d'élaborer des spermatozoïdes. Un trouble profond apparaît dans la différenciation de la lignée germinale et il est presque toujours impossible de distinguer les spermatogonies des spermatocytes. La dégénérescence des cellules germinales est d'autant plus profonde que la carence en vitamine B a été plus forte et que sa durée a été plus longue.

Les cellules interstitielles des animaux carencés sont au contraire plus nombreuses; le tissu conjonctif est plus développé que dans le testicule normal. Ainsi, ce sont bien les éléments de la lignée germinale qui se trouvent spécialement et particulièrement touchés. Remarquons d'ailleurs que l'introduction d'un peu de vitamine B dans la ration de l'animal en expérience suffit à arrêter les phénomènes de dégénérescence des cellules germinales.

Les résultats des diverses recherches, anatomiques, histologiques et physiologiques, concordent d'une façon remarquable pour démontrer que dans l'état de carence en vitamine B, parmi les divers tissus de l'organisme, ce sont les cellules polarisées dans le sens mâle qui sont les premières et les plus fortement frappées. Comme cette constatation est précisément la conséquence logique que faisaient apparaître les lois de sexualisation cytoplasmique, elle nous apporte la démonstration expérimentale cherchée.

La démonstration s'est trouvée assurée par le rapprochement de travaux très divers. La collaboration inconsciente que de nombreux auteurs ont apportée à son édification nous donne la certitude qu'aucune idée préconçue n'a pu avoir la moindre influence sur les résultats décrits. Il se trouve, d'ailleurs, que dans les travaux visés, aucun des auteurs ne s'est préoccupé des questions de sexualité au point de vue qui nous intéresse. L'ensemble de ces circonstances contribue, incontestablement, à augmenter la valeur de la démonstration fournie.

Nous ne nous sommes préoccupé dans cette étude que de l'organisme mâle. Pourquoi ne pas examiner également le cas de l'organisme femelle ? Les pertubations provoquées par l'avitaminose : diminution du pouvoir d'oxydation des tissus et augmentation de la teneur en graisses, si elles sont défavorables à la polarisation des cellules dans le sens mâle, se trouvent favorables à la polarisation des cellules dans le sens femelle. Allons-nous trouver, dans le comportement des cellules génitales femelles, une nouvelle vérification des lois de sexualisation ?

En réalité, malgré les apparences, les faits se présentent ici d'une façon tout à fait différente. S'il est relativement facile d'apprécier le résultat de conditions défavorables à l'évolution d'un tissu par la constatation de la dégénérescence de ses cellules, comment oser prétendre que les perturbations introduites dans un organisme, quelque favorables qu'elles nous paraissent, vont créer, pour l'évolution d'un tissu spécialisé, des conditions plus avantageuses que les conditions normales dans lesquelles ce tissu acquiert son plein développement ?

En particulier, dans l'état d'avitaminose, nous ne connaissons pas tous les éléments du problème. Nous savons seulement que cet état place l'organisme dans des conditions pathologiques graves et que les troubles ainsi apportés dans sa nutrition entraînent fatalement la mort. Au cours de cette évolution fatale, tous les tissus de l'organisme souffrent naturellement du déséquilibre général, les cellules polarisées dans le sens femelle doivent souffrir comme les autres et c'est bien effectivement ce que l'on constate.

Nous devons donc, momentanément tout au moins, nous contenter de la démonstration expérimentale décrite. Ajoutons d'ailleurs que, pour les raisons exposées plus haut, cette démonstration nous paraît suffisamment bien établie pour entraîner la conviction que les lois de sexualisation cytoplasmique expriment véritablement des caractères fondamentaux très généraux de la sexualité.

Ph. Joyet-Lavergne,
Professeur au lycée Condorcet.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Garnier (R.). — **Cours de mathématiques générales.** Tome II. — **Calcul intégral,** 1 *vol. de* 396 *pages, Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1931.

Ce deuxième volume développe les notions de calcul intégral inscrites aux programmes du Certificat de Mathématiques générales.

Au point de vue théorique l'auteur a tenu à ne pas dépasser le niveau des programmes, aussi n'a-t-il pas établi certains théorèmes préliminaires concernant la notion de l'intégrale définie, de même que quelques propositions fondamentales relatives aux équations différentielles et aux séries de Fourier.

Par contre, au point de vue pratique, il a insisté sur les différentes méthodes d'intégration car très souvent les étudiants de mathématiques générales et même ceux qui suivent les cours de physique ou de calcul intégral, se trouvent arrêtés par l'évaluation d'une intégrale de forme usuelle. Ils ont en effet tendance à employer des procédés d'intégration trop généraux qui conduisent à des calculs inextricables.

Dans le cours de l'ouvrage, l'auteur expose donc les différentes méthodes qu'il convient d'employer pour l'intégration des fonctions rationnelles, méthodes qui suffisent dans les cas usuels; cependant ces méthodes peuvent donner lieu à de longs calculs lorsque la fonction possède des pôles complexes multiples. Aussi revient-on sur cette question à la fin du volume, où il est indiqué la méthode qui paraît le plus appropriée aux cas de cette nature.

De même en ce qui concerne les intégrales

$$\int \frac{P\,dx}{Q\sqrt{Ay^2 + 2Bx + C}}$$

où P et Q sont deux polynômes en x, l'auteur montre comment on peut évaluer ces intégrales au moyen des fonctions circulaires ou hyperboliques, sans passer par l'intermédiaire des fonctions rationnelles. De même encore, à propos des équations différentielles, l'exposé du programme a été complété par diverses indications sur les intégrales singulières et sur certaines classes d'équations qu'on rencontre fréquemment en pratique.

Parmi les notes qui terminent l'ouvrage, les trois premières se rattachent au premier volume; l'une d'elles par exemple concerne la théorie des vecteurs glissants.

Il est indispensable que dans un ouvrage classique il ne se rencontre pas d'erreurs. M. A. Roussel qui a assuré la correction des épreuves, s'est acquitté de sa tâche avec une conscience parfaite, et la Librairie Gauthier-Villars a imprimé le volume avec beaucoup de soins de sorte que les étudiants peuvent le lire en toute confiance et sans difficultés car il est écrit très clairement, avec beaucoup de méthode et de précision.

L. Potin.

*
**

Godeaux (L.). — **La Géométrie.** — 1 *vol. in*-12 *de* 181 *pages, de la* Bibliothèque scientifique belge. *Hermann à Paris,* 1931.

Hilbert (D.). — **Grunlagen der Geometrie,** 7e *édition entièrement refondue.* — 1 *vol. in*-12 *cartonné de* 286 *p. avec figures.* 7e *vol. de la Collection* Wissenschaft u, Hypothese. *B. G. Teubner. Leipzig u. Berlin,* 1931. 18 *Rmks.*

L'objet de ces deux ouvrages diffère, mais, dans une certaine mesure, ils se complètent l'un l'autre.

La Géométrie, de même que l'Arithmétique, n'exige, pour sa construction logique, qu'un petit nombre de principes fondamentaux simples, les axiomes, dont l'examen approfondi a fait depuis Euclide, l'objet de travaux très importants.

Il y a moins d'un siècle, le postulat d'Euclide était regardé communément comme une vérité intangible et l'idée de géométries multiples apparaissait à peine, malgré que la considération d'êtres dépourvus d'épaisseur, placés sur des surfaces différentes du plan, nous soit aujourd'hui familière, ainsi que la généralisation par l'adjonction de dimensions supplémentaires.

Voici plus de trente ans qu'Hilbert a fondé la Géométrie sur un système simple et complet d'axiomes indépendants et a déduit de ceux-ci les principaux théorèmes géométriques, de telle sorte que le rôle des divers groupes d'axiomes et la portée des conclusions que l'on tire des axiomes individuels soient mis, autant qu'il est possible, en évidence.

Il est bien connu qu'Hilbert a divisé les axiomes en cinq groupes, chacun, pris individuellement, exprime certaines vérités fondamentales de même catégorie, qui dérivent de notre intuition. Ce sont les axiomes d'association, de distribution, des parallèles (Euclide), de congruence, de la continuité (Archimède). Hilbert envisageait-il des variantes, si l'on peut dire, dans ces axiomes? On admet sans peine aujourd'hui que les axiomes d'Hilbert pourraient être, en partie, remplacés par d'autres, de même que le postulat d'Euclide peut être remplacé par des postulats géométriques ou statiques différents, si bien que la Géométrie générale est devenue, par ses bases, un prolongement de la logique pure, sans lien aucun avec le monde extérieur.

Cette édition nouvelle de l'œuvre impérissable d'Hilbert renferme trois chapitres nouveaux qui concernent l'infini et les bases des mathématiques en général.

L. Godeaux, professeur à l'université de Liége,

connu par ses travaux sur les courbes, les surfaces, l'application des méthodes géométrographiques au tracé mécanique des courbes planes, la géométrographie des courbes planes, montre d'abord comment F. Klein a relié la géométrie à la notion de groupe de transformations. A chaque géométrie correspond un groupe. Ainsi l'ensemble des opérations planes : translations parallèlement à une direction quelconque, rotations autour d'un point quelconque, symétries par rapport à une droite quelconque, homothéties de centre et de rapport quelconques — et des opérations qu'on en déduit en effectuant successivement deux ou plusieurs d'entre elles, constitue le *groupe principal* de la géométrie élémentaire plane; deux figures semblables étant données, il est toujours possible de passer de l'une à l'autre par des opérations de *ce groupe*; cela étant, la géométrie élémentaire plane consiste dans la recherche des propriétés des figures qui ne sont pas altérées par les opérations du groupe principal. Ces considérations s'étendent mot pour mot à l'espace. Nous n'avons pas à rappeler ici les recherches de Lie sur la théorie des groupes de transformations.

La géométrie projective donne lieu à des considérations étendues sur les espaces cartésien, arguésien, projectif, l'extension de l'espace projectif, les géométries projectives à plusieurs dimensions, la loi de dualité, la géométrie réglée.

Un chapitre est consacré aux géométries diverses : affine, euclidienne, cayleyenne, hyperbolique, cayleyenne elliptique, non staudiennes.

A propos de la géométrie algébrique, il est fait état des transformations quadratiques et birationnelles du plan, des systèmes linéaires de courbes planes, du concept de points infiniment voisins successifs, des transformations birationnelles de l'espace, de la géométrie algébrique de l'espace, avec l'extension aux hyperespaces.

La géométrie sur une variété algébrique, telle que droite du plan, avec ses points de vue élémentaire, puis transcendant, puis topologique, termine ce volume d'une lecture attrayante, qui est, comme l'ouvrage d'Hilbert, un exposé impeccable de la logique géométrique, en attribuant au mot logique un sens un peu plus étendu que de coutume.

R. DE MONTESSUS DE BALLORE.

2° Sciences physiques.

Barr (Guy). — **A monograph of viscometry.** — 1 *vol. grand in-8°, de* 318 *pages, édité par l'Oxford University Press, en vente chez Humphrey Milford à Londres, et au Bureau de l'Oxford Press à Paris*, 19, *avenue d'Orléans*, 1931 (*Prix :* 30 *sh.*).

L'auteur de cette monographie sur les mesures de viscosité est assistant au « National Physical Laboratory » de Teddington, près de Londres, et il s'est proposé de faire profiter le lecteur de son expérience technique. Il renvoie, dans sa préface, pour tout ce qui concerne la théorie, aux livres antérieurs sur la viscosité des fluides, parmi lesquels il place en tête l'ouvrage classique de M. Marcel Brillouin, qui est, en cette matière, demeuré fondamental.

La plus grande partie de l'ouvrage est consacrée aux mesures de la viscosité des liquides. Dans un chapitre d'introduction sont exposées les lois de l'écoulement des liquides à travers les tubes, depuis la région visqueuse de Poiseuille jusqu'au régime turbulent qui a fait l'objet des recherches d'Osborne Reynolds. L'auteur décrit ensuite les mesures absolues de viscosité par les appareils à tubes capillaires : il insiste sur les corrections et les précautions pratiques. Puis il passe aux viscomètres commerciaux et aux mesures relatives.

Les chapitres suivants traitent de l'écoulement des liquides entre plans parallèles et de la méthode de chute d'une sphère en milieu visqueux : cette dernière méthode qui, depuis la théorie initiale de Stokes, a été l'objet de nombreuses discussions, joue un rôle important dans les célèbres mesures de Millikan sur la charge électrique élémentaire.

Parmi les autres méthodes viscométriques, plusieurs sont l'objet d'une étude détaillée, par exemple celles qui utilisent la rotation d'un plateau ou les oscillations d'un cylindre dans un milieu liquide.

Par contre, l'étude des gaz est à peine amorcée dans un chapitre assez court. De plus, conformément à son plan, l'auteur ne se préoccupe qu'assez peu d'exposer des résultats d'ensemble; il ne donne pas les lois de variation du coefficient de viscosité avec la température et la pression et ne cherche pas à confronter les nombres obtenus avec les conclusions déduites de la théorie. Il se cantonne, au total, dans la technique des mesures. Son livre sera donc particulièrement utile aux ingénieurs spécialisés dans l'étude des huiles, des pétroles et des autres liquides industriels, pour lesquels les mesures de viscosité sont d'un emploi journalier, et il peut leur être recommandé sans hésitation.

E. B.

***

Bouasse. — **Tourbillons. Forces acoustiques. Circulations diverses.** Tome I. — 1 *vol. in-8° de* 422 *p. avec* 220 *fig. de la* Bibliothèque scientifique de l'Ingénieur et du Physicien. *Delagrave, éditeur, Paris*, 1930 (*Prix, broché :* 63 *francs*).

Précédé d'une préface consacrée aux *Mauvaises méthodes* ce volume, nous dit l'auteur, se compose de deux parties : le chapitre I et le reste.

Dans le chapitre I il résume la théorie des tourbillons et dans le reste il décrit une foule d'expériences relatives à des phénomènes tourbillonnaires au sens des physiciens.

Les mathématiciens ont construit toute une théorie des tourbillons sur des hypothèses qui n'ont pas de sens physique : liquides non visqueux, continuité des vitesses, pseudo-actions à distance. Ils cherchaient dans les tourbillons une représentation de l'atome, une explication des raies spectrales et de la gravitation : les circulations dans les fluides réels étaient le cadet de leurs soucis.

Il n'y a aucun phénomène qui ait un rapport quelconque avec les tourbillons des mathématiciens. Il faut donc que le lecteur sache ce qu'ils entendent par là et quelles sont leurs hypothèses pour qu'il se rende compte qu'il ne peut exister, en raison même du caractère physiquement contradictoire des hypothèses, aucune concordance entre la théorie et l'expérience. Par suite, l'étude sommaire de ces constructions mathématiques (chapitre I) est d'autant plus nécessaire que nombreux sont ceux qui cherchent encore à perfectionner la théorie des ailes d'avions au moyen de tourbillons dont la seule définition raisonnable serait celle-ci : le tourbillon est un volume où les lignes du courant sont fermées ou à peu près telles. Après ce drap il ne sera plus parlé de la théorie des tourbillons, sauf pour montrer qu'elle ne représente pas les phénomènes puisque même les rares solutions connues de l'hydrodynamique des fluides visqueux n'ont avec elle la moindre analogie, en particulier la ligne centrale ne jouit d'aucune propriété particulière.

On obtient un tourbillon diffus. d'axe rectiligne en faisant tourner un vase cylindrique autour de son axe; il met peu à peu en rotation le liquide qu'il contient. Si l'on perce le fond du vase d'un trou axial, le phénomène se transforme, on obtient un tourbillon localisé d'axe vertical où les lignes de courant sont manifestement ouvertes. Dans le 2e chapitre, sont précisément étudiés les tourbillons ouverts, localisés, caractérisés par une quasi-discontinuité de la vitesse.

Le chapitre 3 concerne les surfaces isobares et le gradient barométrique.

On sait que correspondent aux forces fictives, dans le mouvement relatif, lesquelles sont l'objet du chapitre IV, les accélérations d'entraînement et complémentaire (théorème de Coriolis). L'auteur en fait une étude intéressante qu'il applique à certains phénomènes atmosphériques, entre autres, pour arriver — chapitre V — aux phénomènes atmosphériques tourbillonnaires : tornades, typhons, cyclones et anticyclones.

Chacun a vu des fumeurs lancer des anneaux de fumée dont la surface visible extérieure est un tore à trou. Ces anneaux sont le premier stade du phénomène définitif du tourbillon des fumeurs étudié au chapitre VI, qui n'est complet qu'à partir du moment où le mouvement tourbillonaire s'est propagé de proche en proche jusqu'à l'axe : les lignes de courant fermées remplissant un volume sans trou. Mais il est impossible d'y distinguer un tore à trou c'est-à-dire le tourbillon des mathématiciens. L'anneau des fumeurs est analogue au corps sans trou des mathématiciens avec suppression de toute distinction entre l'anneau rotationnel et le corps irrotationnel.

Le chapitre VII concerne les convections thermique et mécanique, les dépôts réguliers de poussière et la chemise noire.

On appelle jet ce qui produit l'écoulement d'un fluide sortant d'un réservoir sous pression à travers un ajutage ou un trou en mince paroi. La caractéristique fondamentale du jet est l'instabilité d'origine capillaire ou visqueuse. Les jets non systématiquement troublés sont étudiés au chapitre VIII, les jets périodiquement troublés au chapitre IX.

Au cours de ces divers chapitres, l'auteur s'est efforcé de classer les nombreux phénomènes étudiés. Une telle mise en ordre représente un travail considérable que reconnaîtra le lecteur s'il veut songer à la masse des mémoires où les expériences les plus diverses sont décrites en vrac sans l'ombre de critique.

Les innombrables expériences dont il est parlé dans le volume ont été comme toujours répétées par M. Bouasse à l'aide de ses élèves et il a vu la plupart des phénomènes décrits, seul moyen en ces matières d'éviter les sottises, comme il le dit lui-même.

Nous l'avons bien souvent fait remarquer, nous le répétons, l'abondance des questions traitées et des expériences données dans les ouvrages de M. Bouasse, ne permet pas à un compte rendu de laisser apercevoir, soupçonner même les matériaux qui y sont accumulés. Il faut donc les lire.

Avec ce volume, M. Bouasse semble approcher de la fin de l'œuvre monumentale qu'il a entreprise. Peut-on lui suggérer que pour permettre à ses lecteurs de tirer profit de cette mine inépuisable de renseignements, il conviendrait peut-être de songer à établir un index alphabétique général des matières traitées et des auteurs signalés?

L. P.

3° Sciences naturelles.

Emberger (Louis), *botaniste de l'Institut scientifique Chérifien, Professeur à l'Institut des Hautes Etudes Marocaines à Rabat, préface de* R. Maire, *correspondant de l'Institut.* — **Eléments de morphologie florale.** —1 *vol. in-8° de* 106 p. avec 47 *fig. Librairie Le François*, 91, *boulevard Saint-Germain, Paris*, 1931.

Il faut bien vivement louer M. Emberger d'avoir publié ce petit livre. Nous n'avons plus depuis longtemps en France d'ouvrage au courant des études actuelles concernant la Morphologie, dont la Morphologie florale est une des subdivisions les plus importantes. Il a fait non un traité, mais une manière d'appendice à ceux que nous possédons. Et puis, cette publication est une sorte de manifestation tacite contre l'oubli et même le discrédit où sont tombées les études de Morphologie et M. le Professeur René Maire rappelle judicieusement dans sa préface, à ce propos, que « s'il est à la portée de chacun de faire de la mauvaise systématique, il est, au contraire, fort difficile d'en faire de la bonne ». Cette sorte de manifestation tacite porte d'autant mieux que M. Emberger est lui-même à la fois cytologiste et systématicien.

L'auteur s'est limité à l'étude de faits généralement peu connus des jeunes botanistes que le courant actuel entraîne de préférence vers les problèmes cap-

tivants de la vie. Mais la morphologie n'a-t-elle pas, elle aussi, une place éminente dans l'étude de la vie? Elle traduit bien souvent les influences écologiques, elle est le fondement des spéculations phylogénétiques et, par là, de l'étude du transformisme.

L'ouvrage comporte les quatre divisions suivantes :

I. — Morphologie florale générale et vue d'ensemble sur la fleur.

II. — Morphologie florale des Phanérogames; Morphologie des Gymnospermes : les Gnétacées; Morphologie florale des Angiospermes : la fleur primitive; Rapports de la fleur avec son axe; la Morphologie florale dans ses rapports avec la reproduction.

III. — La fleur et la Systématique, avec un aperçu sur le transformisme. C'est ainsi que sont envisagées — rapidement — les questions de la primitivité entre Dialypétales et Apétales, entre Monocotylédones et Dicotylédones.

IV. — Enfin, quelques indications bibliographiques qui sont malheureusement un peu attardées.

On y trouve des schémas particulièrement bien choisis et disposés. Quelques paragraphes nous ont spécialement intéressé : « Les macrosporophylles des Gymnospermes d'après les travaux de Velenowsky; l'influence de la taille sur la morphologie de la fleur; les familles par « enchaînement » d'après la fleur; les rapports de la fleur avec son axe, orientation de la fleur et préfeuilles, etc...

M. Emberger nous ayant prévenus que son dessein n'était pas de faire un traité, mais de développer un certain nombre de points intéressants, nous aurions mauvaise grâce de lui reprocher de s'être trop peu servi des importants travaux de Paléobotanique des écoles américaines et anglaises. Ces études, en quelque sorte historiques, malgré leur difficulté, malgré les lacunes qu'elles comportent et les simples schémas qu'elles autorisent, doivent retenir au plus haut point l'attention car elles sont d'une valeur inestimable pour l'étude du problème de l'évolution.

En nous tenant aux questions qu'aborde le petit livre de M. Emberger, nous devons en signaler le très vif intérêt et sa grande utilité pour les étudiants et tous ceux, professionnels ou amateurs, qui s'attachent à l'étude des plantes.

J. Beauverie,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

***

Kenneth M. Smith. — A text book of Agricultural Entomology. — 1 *vol. in-8° relié de* 285 *p. et* 79 *fig. Cambridge University Press*, 1931. *Prix* : 12 *sh.* 6.

Dans les principaux pays civilisés, ont été fondés des instituts phytopathologiques, destinés à venir en aide aux agriculteurs. En Angleterre, ces services sont répartis entre le célèbre laboratoire de pathologie botanique d'Harpenden, un service spécial du ministère de l'agriculture, le service d'inspection du même ministère. L'Angleterre est partagée en 14 régions au point de vue phytopathologique; les recherches se font à Harpenden, East Malling, Kent; Long Ashton, Bristol; Cheshunt in the Lea Walley; Imperial College of Science and Technology, London et dans plusieurs stations rattachées à l'Ecole d'Agriculture de Cambridge. La principale fonction du laboratoire pathologique d'Harpenden est d'établir sur des bases scientifiques les méthodes de destruction des insectes parasites et les soins contre les maladies des végétaux.

Une idée générale est donnée, au début de l'ouvrage, de l'application en agriculture des procédés de destruction des insectes par les procédés chimiques, les méthodes de culture et le contrôle du gouvernement. Il est ensuite question du rôle des agents atmosphériques, température, humidité, vent, lumière. Le reste du volume est consacré à la description des principaux insectes parasites, appartenant aux divers ordres entomologiques, y compris les particularités qui président aux divers stades de leurs vies, ainsi que le genre des déprédations contre lesquelles il y a lieu de lutter, principalement les hémiptères, lépidoptères, coléoptères depuis le hanneton jusqu'aux espèces presque microscopiques, diptères.

Un court mais important chapitre est consacré aux maladies microbiennes des végétaux et à leur dissémination par les insectes. En appendice, une sorte de clé permettant de reconnaître, à divers symptômes, quels insectes attaquent les plantes.

B. M. B.

***

Howard (L.-A.). — **A History of applied Entomology (Somewhat anecdotal).** 1 *vol. gr. in-8° de* 564 *pages, avec* 51 *planches, constituant le volume* 84 *des* Smithsonian miscellaneous Collections, *publié par la Smithsonian à Washington.*

Œuvre principalement anecdotique, dit l'auteur, qui a été le chef du Service entomologique, qui est très au courant de ce qu'a fait celui-ci, et qui a entrepris de raconter l'œuvre de ce Service de façon plutôt anecdotique que didactique. L'idée est fort homme et ce volume constitue une source précieuse d'informations sur les à côté de l'Entomologie appliquée. Car l'auteur ne nous donne pas seulement un aperçu de l'œuvre des principaux entomologistes américains. et des grandes entreprises auxquelles ils ont pris part; il a connu aussi les entomologistes du monde entier; il sait ce que les différents pays ont fait pour l'Entomologie appliquée, et ce qui a été fait pour celle-ci dans chacun de ceux-là, et une table des matières et des noms propres, excellente, fait que le lecteur se retrouve sans peine dans ce trésor d'informations. Il y a toutefois une critique à faire au livre, au beau livre que voici. L'auteur ignore totalement et passe sous silence de la façon la plus complète l'œuvre d un certain L.-A. Howard qui a pourtant beaucoup fait pour l'histoire et la gloire de l'Entomologie appliquée aux Etats-Unis. Cette modestie est regrettable pour le lecteur. A cette

lacune près, le volume est admirable, et infiniment précieux. Ouvrez-le à n'importe quelle page, vous le trouverez infiniment substantiel, plein de faits, et surtout de ceux qui ne sont pas relatés dans les ouvrages didactiques. Aucune bibliothèque de naturaliste s'intéressant à l'Entomologie appliquée ne peut se passer de cette œuvre si nourrie et si intéressante.

V.

***

Smithells (J.). — **Les impuretés dans les métaux. Leur action sur la structure et les propriétés des métaux.** — *Traduit de l'anglais par* A. Schubert, *Ingénieur E. C. P.* — *Un volume in-8° de* VIII-197 *pages, avec* 166 *figures, Dunod, éditeur, Paris,* 1930. (*Prix, broché :* 50 *fr.*)

Jusqu'à une époque relativement récente les métallurgistes n'avaient accordé que peu d'attention aux petites quantités de substances étrangères qui existent toujours dans les produits de leur fabrication.

On ne possédait d'ailleurs que peu de renseignements au sujet de l'action exercée par ces substances sur les diverses propriétés des métaux et des alliages.

Dans ces dernières années l'attention s'est de plus en plus portée sur cette question spéciale de la métallurgie.

Un petit nombre de métaux existent à l'état spectroscopiquement pur avec des propriétés qui ont suscité un grand intérêt; mais on ne peut espérer réaliser immédiatement ces propriétés dans une fabrication industrielle car le prix en serait prohibitif.

Par contre, il est important que l'on reconnaisse et que l'on puisse apprécier à sa vraie valeur l'action des impuretés proprement dites ou des petites quantités d'éléments ajoutées intentionnellement au métal ou que l'on y laisse subsister, et que l'auteur qualifie collectivement de « constituants secondaires » et dont la teneur ne dépasse généralement pas 1 %.

Ces constituants secondaires ont été classés par suite en constituants métalliques et constituants gazeux, avec une subdivision suivant leur solubilité dans le métal ou l'alliage.

Traité de cette manière, le sujet constitue un développement naturel de la métallographie, et il a paru désirable à M. Smithells de donner quelques indications sur les progrès les plus récents de la technique métallographique comme supplément aux renseignements qui se trouvent dans les ouvrages classiques.

Le premier chapitre traite des méthodes d'étude de la structure des métaux. Quant aux progrès de l'application des rayons X à l'étude des métaux, ils sont si récents que les renseignements sur le sujet ne sont pas faciles à se procurer; on en trouvera pourtant un aperçu général au chapitre II. Le chapitre III traite la structure des métaux purs; le chapitre IV celle des alliages; les chapitres V et VI sont relatifs à l'influence des constituants secondaires sur la structure; le chapitre VII, à l'influence des constituants secondaires sur les propriétés mécaniques des métaux; le chapitre VIII à la même influence sur leurs propriétés électriques.

Enfin la question si importante de l'action des constituants secondaires sur la corrosion est étudiée au chapitre IX.

L'auteur s'est servi dans une large mesure des mémoires publiés et des ouvrages classiques; quant aux microphotographies qui sont abondamment répandues dans le volume, elles proviennent du laboratoire de recherches de la General Electric C° Ltd. La traduction qu'a faite M. Schubert de cet ouvrage contribuera certainement à l'avancement des recherches de laboratoire sur l'importante question traitée ici, et rendra des services appréciés à tous les praticiens des usines métallurgiques.

L. P.

***

A. Miers (Sir Henry). — **Mineralogy, an introduction to the scientific study of minerals**, 2e édit. — 1 *vol. in-8° de* 658 *p. Macmillan, Londres* (30 *shill.*).

La première édition de ce chapitre parut en 1902; celle que voici a été augmentée et revue par M. H.-L. Bowman, qui a succédé à Sir Henry dans la chaire de Minéralogie d'Oxford. L'œuvre devint vite classique, et la seconde édition ne manquera pas de suivre l'exemple de la première, car elle conserve les qualités de celle-ci, et grâce aux modifications de Bowman, est tout à fait mise au point de vue scientifique. En effet un chapitre a été ajouté sur la structure des cristaux. Mais il n'y avait pas lieu à des additions ou modifications très importantes; car le livre reste, comme il l'était, consacré aux propriétés essentielles des minéraux et aux moyens d'étude de celles-ci. C'est une introduction à l'étude de la minéralogie, non un traité; c'est un livre pour étudiants, non une mine de référence pour chercheur spécialisé. Les prétentions de l'auteur sont pleinement justifiées d'ailleurs.

V.

4° Art de l'Ingénieur.

De Launay (Louis). — **La Technique industrielle.** — 1 *vol. in-8° raisin de* 337 *pages avec* 89 *figures et tableaux, Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Paris,* 1930 (*Prix :* 85 *francs*).

Cet ouvrage renferme la substance d'un cours professé depuis 12 ans à l'Ecole des Sciences politiques, par l'auteur.

Il ne prétend pas naturellement faire connaître la technique des diverses industries; son but, beaucoup plus modeste, est de dégager les principes généraux des diverses techniques et de suivre l'application de ces principes dans des cas particuliers.

A cette occasion l'auteur a cherché à montrer comment cette technique exprime et caractérise la civilisation industrielle contemporaine, et dresse de celle-ci une sorte de tableau synthétique où apparaissent son esprit et ses tendances.

Vouloir parcourir dans un espace aussi limité que

le présent volume tout le champ de l'industrie, constituerait un programme irréalisable. Aussi, nous le répétons, ne s'agira-t-il pas dans ces pages de faire connaître la réalité effective, mais d'appuyer les observations générales sur des cas concrets.

Rien de plus différent au premier abord que les industries dont il va être successivement question. Les procédés qu'elles emploient n'ont aucun rapport entre eux; toutes cependant, et c'est ce que l'auteur s'attache à mettre en lumière, ne peuvent prospérer et progresser qu'en appliquant la même méthode qui consiste à mensurer et à comprendre les phénomènes pour arriver à les diriger vers une utilisation parfaite.

Il s'agit en effet toujours, d'employer le plus complètement possible les ressources naturelles en matière et en énergie.

Ce travail s'adresse à tous ceux qui, sans possibilités particulières ou en dehors de leurs propres spécialités, éprouvent le besoin d'apprécier ce qui se passe dans l'industrie moderne. Il leur fournira, sous une forme condensée et adaptée à leurs besoins personnels, des explications qui n'existent ailleurs que disséminées et encombrées de formules souvent inaccessibles.

On pourra s'étonner de trouver des rappels de notions très élémentaires. Mais l'auteur ne s'adresse pas à des techniciens et ne prétend pas apprendre à qui que ce soit la mécanique, la chimie ou l'électricité. Cependant l'expérience montre que les rappels de ce genre sont rarement inutiles, d'une façon générale.

Naturellement des lacunes pourront être reprochées à ce volume car il laisse de côté bien des sujets tels que la construction, les travaux publics, les transports, mais tout livre d'enseignement a des bornes.

L'ouvrage est divisé en trois parties; la première, la plus essentielle, traite des principes généraux; la deuxième donne l'inventaire des ressources naturelles, et la troisième l'extraction et l'élaboration de ces ressources.

F. M.

*
**

Camichel (Charles), *Professeur à l'Université de Toulouse.* — **Leçons sur les conduites.** — 1 *volume in-octavo, de* 101 *pages, avec* 50 *figures. Prix, broché :* 30 *fr. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs. Paris*, 1930.

Ces leçons sont dues à M. Painlevé qui a demandé à l'éminent professeur de l'Université de Toulouse d'occuper sa chaire de mécanique des fluides à l'Université de Paris.

L'ouvrage traite de l'écoulement des liquides dans les conduites et de la théorie des coups de bélier, dont les applications sont si importantes pour les installations industrielles.

On s'explique aisément pourquoi des théories scientifiques indiscutables ne s'appliquent pas sans précautions si l'on en transporte les résultats à l'usine mais, à cet égard, la théorie des coups de bélier dans les conduites se trouve dans un cas privilégié. Aussi, la théorie des coups de bélier a pu être constituée dans des conditions très avantageuses et telles que ses résultats ont pu être transportés, sans modification appréciable, du laboratoire dans le domaine pratique; c'est ce qui en fait le très grand intérêt.

Dans la première partie de l'ouvrage, l'auteur étudie les conduites à caractéristique unique, c'est-à-dire celles dont l'épaisseur et le diamètre sont constants sur toute la longueur. Il établit des équations générales donnant les pressions et les vitesses à un instant donné et donne les formules d'Alliévi pour la vitesse de propagation d'une onde.

L'auteur poursuit par l'analyse des phénomènes accompagnant une fermeture ou une ouverture, brusque ou lente, de la conduite, ce qui fait apparaître des coups de bélier, et étudie l'influence de la perte de charge sur les coups de bélier.

On trouvera ici l'exposé de la théorie telle qu'elle résulte des recherches de MM. Alliévi, Joukowski, Rateau, de Sparre, Jouguet, Eydoux, Gariel et de l'auteur lui-même.

La suite des leçons comporte l'étude des conduites à caractéristiques multiples, c'est-à-dire dont l'épaisseur et le diamètre ne sont pas constants sur toute la longueur. L'auteur définit, pour de telles conduites, la vitesse moyenne. Les périodes diverses et les résonances peuvent s'étudier, de même que les coups de bélier, par des procédés dont on trouvera une exposition très claire.

Un développement particulier est donné aux conduites à réservoir d'air où l'on rencontre la formule de Rateau, le cas est généralisé pour deux poches d'air et les périodes sont calculées. L'auteur a cité des vérifications expérimentales, notamment sur les grands coups de bélier, ce qui l'a conduit à parler de l'atténuation de ces coups de bélier.

La dernière partie des leçons traite de l'état actuel de l'industrie des conduites et comporte la description, les détails de construction, la pose des conduites et l'examen des accidents possibles.

Ce Livre transporte donc une théorie très importante dans le domaine réel. Il est par suite d'un intérêt essentiel et s'adresse aussi bien au théoricien qu'à l'ingénieur. Rédigé d'ailleurs agréablement et avec une grande clarté, il sera très utile à l'ingénieur qui trouvera, outre les renseignements techniques qu'il recherche, un véritable plaisir à sa lecture.

L. Potin.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Février 1931 (fin).

Induction. — M. **P. Fourmarier** : Sur l'existence d'un flux magnétique anormal.

Médecine vétérinaire. — M. **H. Jacotot** : Recherches sur la vaccination contre la peste bovine ; préparation de l'antigène par déshydratation de la pulpe splénique virulente.

Microbiologie agricole. — MM. **A. Demolon** et **G. Barbier** : Sur les fermentations dans un milieu hétérogène et discontinu.

Optique. — M. **Louis Roy** : Sur la comparaison des effets de diffraction dans les télescopes et les lunettes. — M. **G. Bruhat** : Sur l'absorption des solutions aqueuses d'acide tartrique.

Pathologie végétale. — M. **G. Nicolas** et Mlle **Aggéry** : Un nouvel exemple du rôle important des Bactéries en phytopathologie.

Physiologie. — MM. **Louis Lapicque, Georges Morin** et **Jean Boucomont** : Modifications de la chronaxie dans le rachitisme expérimental du Rat.

Physiologie végétale. — M. **Pierre Dangeard** : La sensibilité des Laminaires aux actions extérieures et l'iodovolatilisation.

Physique du Globe. — MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson** : Sur l'absorption des radiations dans la basse atmosphère et le dosage de l'ozone.

Pouvoir rotatoire. — MM. **R. de Mallemann** et **P. Gabiano** : Variation du pouvoir rotatoire magnétique spécifique dans le passage de l'état liquide à l'état gazeux.

Sérologie. — MM. **G. Ramon, R. Legroux** et **M. Schoen** : Dissociation du complexe anatoxine-antitoxine diphtérique.

Théorie des ensembles. — MM. **Georges Durand** et **Gaston Rabaté** : Sur deux conceptions de l'ensemble limite d'une collection infinie d'ensembles ponctuels.

Théorie des fonctions. — M. **Georges Valiron** : Remarques sur le théorème de M. Borel dans la théorie des fonctions.

Zoologie. — M. **Jean Roy** : Sur l'existence de la parthénogénèse chez une espèce de Copépodes.

Séance du 2 Mars 1931.

M. **Charles Jacob** est élu membre de la section de Minéralogie en remplacement de M. P. Termier, décédé.

Agronomie. — M. **Gustave Jaquenaud** : Sur l'influence de la nature du sol et des radiations sur la dégérescence de la pomme de terre.

Analyse mathématique. — M. **Pasquier** : Sur la recherche des équations $s = f(x, y, z, p, q)$ intégrables par la méthode de Darboux.

Botanique. — M. **Guilliermond** : Sur la conjugaison des ascopores chez les Levures et quelques points obscurs du développement de ces Champignons. — Mlle **Cassaigne** : Sur l'origine des vacuoles.

Chimie analytique. — M. **Jean Effront** : Sur la chute de pouvoir rotatoire des solutions de glucides sous l'action des alcalis.

Chimie appliquée. — MM. **Charles Dufraisse** et **Raymond Horclois** : Application de l'effet antioxygène au problème de la lutte contre l'incendie. Catalyse négative de l'ignition du charbon.

Chimie biologique. — M. **Gabriel Bertrand** et Mlle **Georgette Lévy** : La teneur des plantes, notamment des plantes alimentaires, en aluminium.

Chimie industrielle. — M. **A. Grebel** : Processus de la combustion du charbon pulvérisé.

Chimie organique. — MM. **A. Mailhe** et **Renaudie** : Sur la condensation du catalytique des amylènes.

Chimie physique. — MM. **F. Bourion** et **E. Ronyer** : Etude cryoscopique du paraldéhyde, dans les solutions de chlorures de calcium et de strontium. — MM. **J.-J. Trillat** et **J. Forestier** : Etude sur la structure du soufre mou.

Elasticité. — M. **A. Lokchine** : Sur les vibrations tournantes d'un corps limité par une surface de révolution.

Géologie. — M. **Conrad Kilian** : De la genèse du Massif central saharien. — M. **Henri Termier** : Les discordances dans la série palépzoïque du Maroc central. — M. **G. Garde** : Les anciens cours de l'Allier et de ses affluents, sur la feuille de Gannat, pendant le Pliocène supérieur et durant le Quaternaire. — M. **A. Demay** : Sur le prolongement du complexe tectonique Cévenol dans les montagnes de la Louvesc.

Mécanique des fluides. — M. **Henri Poncin** : Sur les mouvements permanents possibles d'un fluide pesant.

Optique. — M. **A. Sesmat** : Nouvelle hypothèse sur le rayonnement et sur l'optique des corps en mouvement.

Photo-Electricité. — M. **Pierre Lejay** : Sur un dispositif permettant l'amplification des courants photo-électriques faibles, et son application à l'enregistrement du flux lumineux provenant des étoiles.

Physiologie. — MM. **H. Simonnet** et **G. Tanret** : Sur l'action calcifiante et sur l'action toxique, chez l'animal, de hautes doses d'ergostérol irradié : tentative de séparation des deux actions.

Physique industrielle. — M. **Clerget** : Appareil pour observer les phénomènes d'injection dans l'air comprimé.

Physique mathématique. — M. **B. Hostinsky** : Sur la théorie de la diffusion.

Physique physiologique. — M. **J. Nageotte** : Sur les variations du signe de la biréfringence dans les figures myéliniques et formations connexes.

Radioactivité. — MM. **Georges Fournier** et **Marcel Guillot** : Sur l'absorption des rayons β par la matière.

Spectroscopie. — M. **H. Deslandres** : Relations simples du spectre moléculaire avec la structure de la molécule.

Théorie des fonctions. — MM. **J. Schreier** et **St. M.**

Ulam : Sur une propriété de la mesure de M. Lebesgue.

ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS

Séance du 3 *Février* 1931.

M. **Rouvière** est élu membre titulaire dans la 4e division.

M. **Le Gendre** : Sur la question de la date d'ouverture des grandes vacances.

M. **Pouchet** : Sur une demande de reconnaissance comme station climatique.

M. **Lesage** : Sur les travaux de l'Hygiène de l'enfance.

M. **Henri Hartmann** : Dans quels cas un médecin est-il tenu de faire une injection de sérum antitétanique ?

MM. **Cazeneuve** et **Tanon** : Le contrôle médical des chauffeurs de tramways, autobus, électrobus et autocars.

MM. **Jacques Carles** et **François Leuret** : Technique et valeur du traitement des tuberculoses par le chlorhydrate de choline.

MM. **Couvy** et **Popoff** : Note sur le traitement de la pneumonie par le salicylate de soude en injections intraveineuses.

Séance du 10 *Février* 1931.

MM. **Fruhinsholz** et **Bégouin** sont nommés correspondants.

M. **Jules Renault** : Sur des demandes d'autorisation de mettre en vente des vaccins et des sérums.

MM. **C. Levaditi**, **C. Kling** et **P. Lépine** : Nouvelles recherches expérimentales sur la transmission de la poliomyélite par voie digestive. Action du chlore sur le virus poliomyélitique.

M. **Henri de Rothschild** : Le traitement spécifique des infections gastro-intestinales des enfants du premier âge.

M. **René Cruchet** : Traitement du tétanos, de la diphtérie et des maladies neurotropes par la méthode phylactique.

M. **H. Violle** : Des possibilités de transmission de la fièvre ondulante par les oiseaux.

M. **J. Trabaud** : Sur le neurotropisme de la fièvre de trois jours.

Séance du 17 *Février* 1931.

MM. **Chagas** et **Rollier** sont élus correspondants.

MM. **Ch. Achard**, **R. Cachera** et **A. Codounis** : Troubles humoraux dans un cas d'anarsaque sans néphrite.

MM. **H. Vaquez** et **D. M. Gomez** : Pression moyenne et hypertension artérielle.

M. **Weill-Hallé** : Les suites éloignées de la vaccination au B.C.G.

M. **Brocq-Rousseu** : Existe-t-il des diastases oxydantes dans le plasma ?

Séance du 24 *Février* 1931.

M. **A. Calmette** : Peut-on craindre que le vaccin B.C.G. se transforme dans l'organisme en bacille tuberculeux virulent ?

MM. **F. Dumarest** et **H. Mollard** : Posologie individuelle des sels d'or dans la tuberculose pulmonaire. L'auro-tolérance et l'auro-sensilibité.

MM. **D. Santenoise**, **P. Louyot** et **M. Vidacovitch** : Premiers résultats de l'application de la vagotonine au traitement du diabète.

MM. **A. Henry** et **A. Jaubert de Beaujeu** : La téléradiographie thoracique en groupe.

Séance du 3 *Mars* 1931.

M. **Marchoux** : Sur l'introduction de produits chimiques dits améliorants dans la farine.

M. **Roussy** : Sur une proposition de loi de MM. Milan et Rio ayant pour objet de modifier la loi du 30 novembre 1892 sur l'exercice de la Médecine.

MM. **Costantini** et **Le Roy des Barres** sont élus correspondants.

M. **Pierre Bazy** : Anesthésie générale par inhalation et cardiopathies.

MM. **A. Mougeot** et **V. Aubertot** : Sur le pouvoir phylactique des eaux minérales; essais avec la picrotoxine sur le vairon.

M. **Maurice Piettre** : Formation du beurre par butyrisation des glycérides neutres dans la mamelle avant l'apparition des principaux produits caractéristiques de la sécrétion mammaire.

MM. **P. Rohmer**, **Meyer**, Mlle **Phelizot**, MM. **Tassovatz**, **Vallette** et **Willemin** : Rapport clinique et thérapeutique sur l'épidémie de poliomyélite d'Alsace en 1930.

SOCIÉTÉ FRANCAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 *Janvier* 1931.

M. **A. Dauvillier** : *Sur l'utilisation directe du rayonnement solaire*. Comme suite à la communication de M. J. Duclaux dans la séance du 19 décembre 1930, l'auteur estime que l'utilisation du rayonnement solaire sous nos climats ne peut se faire avec profit qu'aux hautes altitudes, en se servant comme miroir récepteur des grandes combes neigeuses exposées au midi, qui possèdent un pouvoir réflecteur élevé dans tout le spectre solaire. Le rayonnement grossièrement concentré serait reçu sur les tubes noircis, disposés dans le vide, d'une chaudière dont la nappe épouserait sensiblement la focale de la courbe, afin d'utiliser la plus grande partie du jour. La possibilité de concentrer en un point fixe le foyer mobile (par réflexion totale dans un cône de silice, par exemple) permettrait même d'utiliser une machine rotative construite sur le principe du radiomètre de Crookes. — MM. **C. Gutton** et **G. Beauvais** : *Sur la réflexion des ondes électromagnétiques par les résonateurs*. Garbasso a montré dès 1903 qu'un ensemble de résonateurs accordés répartis sur une surface plane réfléchissent les ondes hertziennes. Les auteurs ont repris ces expériences avec des ondes entretenues très courtes. Entre les côtés de cadres en bois d'un mètre carré de surface, ils ont disposé des morceaux de fils de cuivre rectilignes, rangés régulièrement parallèlement entre eux

et séparés les uns des autres, dans les deux sens, par des distances égales à la longueur des fils. Ils en ont construit cinq, avec des longueurs de fils de 6, 7, 8, 9 et 10 cm. Les résonateurs de 8 cm. sont très près de l'accord et réfléchissent parfaitement ; au contraire, les autres transmettent une fraction importante du faisceau. Si la direction du vecteur électrique ne coïncide pas avec la direction des fils en résonance, le faisceau est partiellement transmis, et la partie réfléchie du faisceau est polarisée parallèlement aux résonateurs. En avant des réflecteurs, on observe un système d'ondes stationnaires. — M. **E. Darmois** : *Sur les propriétés physiques des antipodes optiques*. On admet avec Pasteur depuis 1850 que deux antipodes optiques ont des propriétés physiques identiques, à l'exception des pouvoirs rotatoires, qui sont égaux mais de signes contraires, et des formes cristallographiques, qui présentent des facettes hémiédriques symétriques. On a récemment émis des doutes sur l'identité des pouvoirs rotatoires et donné des chiffres qui diffèrent de 2 %. L'auteur a repris l'étude de la question avec le complexe de l'acide molybdique et de l'acide malique [4 MoO^3. 2 $C^4H^4O^5$] $(NH^4)^4$ + 5 H^2O, dont il est possible de très bien purifier les deux isomères par cristallisations répétées. Les deux rotations observées se sont montrées égales au moins à 1/1.000e près. Il est probable que les résultats contraires sont dus à l'existence d'impuretés.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 16 *Octobre* 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Haas** : *Sur un rapport entre les vitesses des nébuleuses spirales et la vitesse de dissociation de la matière*. D'après Einstein, la masse de l'Univers est liée à son rayon de courbure par la formule (1) : $M = (c^2\pi/2f)$ R, où c est la vitesse de la lumière et f la constante de la gravitation. Si l'on considère la grandeur de l'Univers comme variable, et qu'on désigne par α la constante de dissociation de la matière, et par v cette vitesse cosmique qui représente les quotients différentiels de R par rapport au temps, on a (2) : $M\,\alpha = (c^2\pi)/2f)\,v$. On sait que, pour le Soleil, α est égal à environ $2/c^2$. Sa valeur moyenne pour toutes les étoiles fixes doit coïncider avec cet ordre de grandeur. On a donc à peu près (3) : $v = (4f/c^4\pi)\ M = 1,1.\ 10^{-49}$ M. Si l'on remplace M par sa valeur d'après Hubble, soit $1,8.\ 10^{-57}$, on obtient pour v, d'après l'équation (3), une valeur de l'ordre de 2.10^8 cm., soit environ 2.000 km. par seconde. Cette vitesse cosmique concorde bien avec celle avec laquelle les nébuleuses spirales les plus lointaines semblent s'éloigner de nous.

2° Sciences physiques. — MM. **E. Beutel** et **A. Kutzelnigg** : *Contributions à l'analyse de la luminescence. II. Luminescence des couleurs blanches des peintres et emploi de l'analyse par luminescence pour l'examen des tableaux. III. Observations dans le groupe des alcalino-terreux*. — Mlle **A. Deseyve** : *Etude du rayonnement corpusculaire secondaire libéré des éléments légers par les rayons* α. L'auteur a employé le polonium comme source de rayons primaires et étudié leur action sur Mg, Al, Si, P et S. Chez ces 5 éléments, il se produit une petite quantité de particules secondaires, qui sont, selon toute vraisemblance, des rayons H dissous dans les éléments. — M. **F. Halla** : *Sur la distinction de la dolomite par les rayons Rœntgen*. Cette distinction est très facile sur des échantillons en poudre. Sur des rhomboèdres de clivage de la dolomite de Veit, l'auteur a déterminé les dimensions du rhomboèdre élémentaire de $CaMg(CO^3)^2$: longueur des arêtes = 6,050 ± 0,004 A. ; $\alpha = 46°54'$. — M. **F. Raaz** : *La structure de la gehlénite synthétique* 2 $CaO.Al^2O^3.SiO^2$. II. L'auteur montre que celle-ci ne peut appartenir qu'au groupe d'espace B_{3d}, et il fixe dans celui-ci la position de chacun des atomes. — MM. **E. Dittler** et **H. Lasch** : *Recherches synthétiques sur la formation de cristaux mixtes du feldspath barytique et strontianique avec l'orthoclase*.

3° Sciences naturelles. — M. **K. Lehnhofer** : *Sur des anomalies chez les espèces de* Sapphirina. — M. **E. Tschermak** : *Nouvelles observations sur l'hybride fertile* Triticum turgido-villosum. Dans cet hybride d'espèce, le nombre des chromosomes est égal à la somme des nombres des chromosomes parentaux, soit 14 + 7 = 21 pour les chromosomes sexuels et 28 + 14 = 42 pour les chromosomes somatiques, ce qui confirme la théorie de l'auteur sur l'hérédité et la fructification chez les hybrides d'espèce. — M. **E. Tschermak** : *Sur les xénies chez les Légumineuses*. L'auteur distingue parmi les xénies : 1° des xénies de graines, c'est-à-dire des modifications patroclines de la couleur, de la forme, de la grosseur et du chimisme de la graine ; 2° des xénies de fructification, c'est-à-dire des accélérations de croissance de l'enveloppe du fruit et des modifications patroclines de la forme et du chimisme du fruit. L'auteur distingue entre deux modes d'hérédité des caractères des graines, l'un autonome, l'autre dépendant, et il attribue ce dernier à une subordination dépendant d'une sécrétion interne ou à une influence chimique. Il s'agirait donc d'une substance, produite quelque part dans la plante, se répandant dans celle-ci et forçant les bourgeons de graine à se conformer à la forme et à la grosseur typiques de la race et les soustrayant à l'influence du pollen de race étrangère.

Séance du 23 *Octobre* 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **R. Scheu** : *Rapports entre la résistance aux vibrations dans la flexion et dans la torsion*. L'auteur a trouvé un rapport de 0,575 (± 6 %) entre la résistance aux vibrations à la torsion et à la flexion, aussi bien pour les aciers que pour les métaux non ferreux. — M. **K. Gœdel** : *Quelques résultats mathématiques sur le caractère défini de la décision et la liberté de contradiction*.

L. B.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.—4-31.